

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная система управления блоком измерения параметров качества нефти лабораторной установки "Система измерений количества и качества нефти"
УДК 681.5:622.691.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т7А	Горбун Никита Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	К.Т.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Маланина Вероника Анатольевна	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	К.Т.Н., доцент		

Планируемые результаты освоения ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации

	технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством,
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Громаков Е. И.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Т7А	Горбуну Никите Андреевичу

Тема работы:

Автоматизированная система управления блоком измерения параметров качества нефти лабораторной установки "Система измерений количества и качества нефти"	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ № 127-4 с от 07.05.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является автоматизированная система управления блоком измерения параметров качества нефти СИКН. Режим работы непрерывный. Установка измерения количества и качества нефти осуществляет перекачивание заданного объема нефти в трубопровод..
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Описание технологического процесса; Разработка структурной схемы автоматизированной системы; Разработка функциональной схемы автоматизации; Разработка схемы информационных потоков автоматизированной системы; Выбор контроллерного оборудования и датчиков; Разработка схемы соединения внешних проводок; Разработка алгоритмов управления автоматизированной системы; Моделирование работы системы управления
Перечень графического материала	Структурная схема; Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.208–2013; Функциональная схема автоматизации по ANSI/ISA-S 5.1–2009; Схема информационных потоков; Схема соединения внешних проводок.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина Вероника Анатольевна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	12.04.2021
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т7А	Горбун Никита Андреевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – весенний семестр 2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела(модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.05.2021	Основная часть	60
25.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
30.05.2021	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т7А	Горбуну Никите Андреевичу

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 1990106,998 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 121601,368 руб.
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Районный коэффициент – 1,3 Коэффициент дополнительной заработной платы – 0,15 Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 0,302 Коэффициент накладных расходов – 0,16

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Описание потенциальных потребителей. 2. Анализ конкурентных технических решений. 3. SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Описание структуры работ в рамках научного исследования. 2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования. 3. Расчет общего бюджета проекта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	1. Обоснование невозможности проведения оценки экономической эффективности НИ.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений	
2. Матрица SWOT	
3. График проведения и бюджет НИ	
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.04.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т7А	Горбун Никита Андреевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т7А	Горбуну Никите Андреевичу

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Автоматизированная система управления блоком измерения параметров качества нефти лабораторной установки "Система измерений количества и качества нефти"	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: система измерения количества и показателей качества нефти. Область применения: анализ показателей качества сырой нефти.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) [1] ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. [2] ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.» [3]
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: - повышенный уровень шума; - отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения; - отклонение показателей микроклимата Опасные факторы: - поражение электрическим током.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: выброс газа. Гидросфера: выброс отходов в воду. Литосфера: загрязнение почвы продуктами производства.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: пожар, взрыв, угроза взрывов. Наиболее типичная ЧС: пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.04.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т7А	Горбун Никита Андреевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 97 страниц, 26 рисунков, 26 таблиц, 26 использованных источников, 8 приложений.

Ключевые слова: система измерения количества и показателей качества нефти, СИКН, автоматизированная система управления, программируемый логический контроллер, блок измерения параметров качества нефти.

Объектом исследования является блок измерения параметров качества нефти лабораторной установки «СИКН».

Цель работы - перепроектирование системы автоматизации блока измерения параметров качества нефти лабораторной установки «СИКН».

В процесс исследования проводились такие работы, как: описание решений по автоматизации лабораторной установки, выбор контроллерного оборудования и датчиков, разработка схем автоматизации, соединения внешних проводок, электрических соединений, информационных потоков.

В результате исследования разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных нефтеперерабатывающих предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Область применения: нефтегазовая и химическая отрасли.

В будущем планируется продолжать работу по тематике, дальнейшее усовершенствование спроектированной автоматизированной системы управления блоком измерения параметров качества нефти.

Пояснительная записка выполнена с помощью текстового редактора Microsoft Word 2016. Графический материал выполнен в Microsoft Visio 2013. Моделирование алгоритма автоматического регулирования производилось в Matlab Simulink версии R2020b. Проектирование алгоритма проводилось в среде CODESYS 2.3.

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система: совокупность персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, которая реализует информационную технологию выполнения установленных функций.

интерфейс: совокупность аппаратных и программных средств, необходимых для взаимодействия с программой, устройством, функцией и т.д.

мнемосхема: графическое отображение в упрощенной форме функциональной схемы на экране АРМ.

интерфейс оператора: набор аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, который обеспечивает взаимодействие между пользователями и системой.

протокол: формальный набор соглашений, управляющий форматированием и относительной синхронизацией обмена сообщениями между двумя коммуникационными системами.

техническое задание: технический документ, устанавливающий цели, набор требований и ключевые исходные данные, требуемые на этапах разработки проектируемой системы.

протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet): набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включенными в соединение программируемыми устройствами.

технологический процесс: идущие подряд технологические взаимосвязанные действия, требуемых для производства конкретного типа работ.

объект управления: система, на которую направлены управляющие воздействия с ПЛК.

автоматизированное рабочее место: индивидуальная совокупность технических средств и программных продуктов, предназначенная для автоматизации профессионального труда специалиста.

тег: дескриптор, который применяется для группирования, поиска, описания данных и задания внутренней структуры.

автоматизированная система управления технологическим процессом: комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях.

пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор: устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

программируемый логический контроллер: специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьезного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени.

стандарт: образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов. Стандарт в Российской Федерации – документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

архитектура АС: набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов,

при помощи которых komponуется АС.

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

АС – автоматизированная система;

АРМ – автоматизирование рабочее место;

СИКН – система измерения количества и показателей качества нефти;

БИК – блок измерения параметров качества нефти;

ТЗ – техническое задание;

ТП – технологический процесс;

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерское управление и сбор данных);

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ПИД-регулятор – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ПО – программное обеспечение;

ИМ – исполнительный механизм;

ФСА – функциональная схема автоматизации;

БД – базы данных.

Оглавление

Введение.....	17
1. Техническое задание	19
1.1 Назначение и цели создания системы.....	19
1.2 Требование к системе в целом.....	19
1.3 Требования к техническому обеспечению	19
1.4 Требования к программному обеспечению	20
1.5 Требования к математическому обеспечению	21
1.6 Требования к метрологическому обеспечению	21
1.7 Требования к информационному обеспечению	22
1.8 Требования к лингвистическому обеспечению	23
1.9 Нормативно-техническая документация	23
2 Технические решения разрабатываемой АС.....	24
2.1 Описание технологического процесса.....	24
2.2 Разработка структурной схемы	26
2.2.1 Полевой уровень	26
2.2.2 Средний уровень	27
2.2.3 Верхний уровень	27
2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации	28
2.4 Схема информационных потоков.....	29
2.5 Комплекс аппаратно-технических средств	29
2.5.1 Выбор расходомера	29
2.5.2 Выбор датчика температуры	31
2.5.3 Выбор термометра	33

2.5.4	Выбор датчика давления	33
2.5.5	Выбор манометра	35
2.5.6	Выбор влагомера	36
2.5.7	Выбор плотномера	38
2.5.8	Выбор контроллерного оборудования	40
2.5.9	Выбор исполнительного механизма	42
2.6	Разработка схемы внешних проводок	44
2.7	Разработка алгоритмов управления автоматизированной системой	45
2.7.1	Алгоритм сбора данных измерений	45
2.7.2	Алгоритм управления технологическим параметром	45
2.7.3	Алгоритм управления регулирующим клапаном в среде Codesys	49
2.8	Разработка экранных форм	51
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	52
3.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	52
3.1.1.	Потенциальные потребители результатов исследования ...	52
3.1.2	Анализ конкурентных технических решений	53
3.1.3	SWOT-анализ	55
3.2	Планирование научно-исследовательских работ	57
3.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	57
3.2.2	Разработка графика проведения научного исследования	58
3.3	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	63

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	64
3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование	66
3.3.3 Основная и дополнительная заработные платы исполнителей	66
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	68
3.3.5 Накладные расходы	69
3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	69
3.4 Оценка экономической эффективности проекта	70
4 Социальная ответственность	71
4.1 Введение к разделу	71
4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
4.3 Производственная безопасность	73
4.3.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов.....	73
4.3.1.1 Повышенный уровень шума	74
4.3.1.2 Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	76
4.3.1.3 Отклонение параметров микроклимата.....	77
4.1.3.4 Поражение электрическим током	78
4.4 Экологическая безопасность	79
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	80
4.6 Выводы по разделу	82
Заключение	83

Список публикаций студента	84
Список использованных источников	85
Приложение А (обязательное) – Структурная схема	89
Приложение Б (обязательное) – Функциональная схема автоматизации (ГОСТ)	90
Приложение В (обязательное) – Функциональная схема автоматизации (ANSI)	91
Приложение Г (обязательное) – Схема информационных потоков	92
Приложение Д (обязательное) – Схема внешних проводок	93
Приложение Е (обязательное) – Алгоритм сбора данных	94
Приложение Ж (обязательное) – Листинг программы работы клапана на языке ST	95
Приложение К (обязательное) – Мнемосхема	97

Введение

Нефтегазовая отрасль в современном мире непрерывно набирает популярность, наращивает свои масштабы. Данное стремление к прогрессу и развитию приводит к созданию различных технических решений, которые могут способствовать увеличению рентабельности предприятия и, как следствие, повышению прибыли. Важную роль, несомненно, так же играют правильное планирование деятельности и грамотное управление предприятием. В текущем веке присутствует тенденция к оптимизации технологических процессов, увеличению их эффективности. Этого можно добиться путем внедрения автоматизированной систем управления технологическими процессами. Автоматизация уже является неотъемлемой частью современного мира, большинство предприятий различных отраслей, не только нефтегазовой, активно задействуют ее в своей деятельности. Автоматизация не только повышает продуктивность производства, но и улучшает условия труда для работающего персонала ввиду уменьшения их физического утомления. Системы автоматизации, как уже было сказано ранее, значительно повышают эффективность предприятий, но стоит отметить, что введение таких систем в эксплуатацию является довольно трудоемким процессом.

Наиболее понятным для простого человека определением автоматизации является внедрение таких технических средств и методов управления, что технологический процесс протекает без прямого участия человека, он физически не устает и, как следствие, его продуктивность сохраняет оптимальные значения более продолжительное время, такие системы называются автоматизированными.

Основными средствами автоматизации являются программируемые логические контроллеры (ПЛК), датчики технологических параметров, устройства ввода и вывода информации, а также исполнительные устройства.

Непосредственно в нефтегазовой сфере одним из фундаментальных

направлений автоматизации является измерение количества и показателей качества транспортируемой нефти, поэтому внедрение «СИКН» в технологический процесс является важной и актуальной задачей для нефтяных предприятий.

Целью данной работы является перепроектирование автоматизированной системы управления блоком измерения параметров качества нефти лабораторной установки «СИКН».

1. Техническое задание

1.1 Назначение и цели создания системы

Автоматизированная система управления блоком измерения показателей качества предназначена для регулирования расхода нефти, и измерения давления, температуры, плотности нефти и содержания в ней влаги.

Целями создания автоматизированной системы управления технологическим процессом являются:

- автоматическое измерение технологических параметров системы;
- учет расхода нефти и нефтепродуктов в автоматическом режиме;
- контроль технологических параметров нефти;
- уменьшение трудовых ресурсов и влияния человеческого фактора;
- обеспечение эффективного управления ТП (технологическим процессом) посредством предоставления информации оперативному персоналу в достаточном объеме [1].

1.2 Требование к системе в целом

Система управления блоком измерения параметров качества нефти должна соответствовать стандарту ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированная система управления. Общие требования», а также должны быть учтены требования, представленные ниже [2].

1.3 Требования к техническому обеспечению

Разрабатываемая АСУ ТП должна строиться согласно стандартным протоколам международного образца, как открытая иерархическая система.

Комплекс технических средств, используемых в системе должен быть минимально достаточным для выполнения функций, описанных в данном ТЗ.

Комплекс технических средств должен строиться на основе следующих средств:

- КИП и автоматика;
- подсистемы управления (контроллеры);

- станция оператора;
- средство архивирования данных;
- сетевое оборудование.

Должна быть предусмотрена возможность расширения системы путем подключения дополнительных модулей ввода-вывода к контроллеру.

Датчики должны быть выполнены в коррозионностойком исполнении, поскольку соприкасаются с агрессивной средой.

Оборудование системы должно выдерживать серьезные перепады температур, как в сторону холода, так и тепла, а также быть устойчивым к относительной влажности воздуха более 80 % при температуре 35 °С.

Электрические соединения должны иметь искробезопасное исполнение.

ПЛК должен иметь интерфейс для передачи данных на верхний уровень системы управления.

1.4 Требования к программному обеспечению

Программные средства АСУ ТП в связке с техническими средствами системы должны обеспечивать требуемый функционал системы и отвечать следующим требованиям:

- возможность модификации;
- восстанавливаемость;
- построение модульным типом;
- независимость.

Программное обеспечение системы должно включать в себя:

- 1) системное ПО;
- 2) общее прикладное ПО;
- 3) специальное прикладное ПО.

Общее прикладное ПО должно обеспечивать выполнение основных функций системы, а именно опрос датчиков, регистрация и измерение технологических параметров и др.

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать работу специальных алгоритмов системы, проведение расчетов и др.

Алгоритмы ПЛК должны быть написаны на универсальных языках программирования стандарта МЭК 61131-3.

1.5 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение системы должно быть реализовано в виде совокупности математических моделей и алгоритмов обработки информации, а также методов их реализации для корректной разработки и эксплуатации АСУ ТП. Разработка математического обеспечения должна производиться с учетом требований, предъявляемых к системам реального времени.

В ходе разработки математического обеспечения должны быть созданы:

- алгоритмы функционального назначения (для решения задач обработки информации контроллерами);
- алгоритмы специального назначения (для решения математических задач на уровне SCADA).

1.6 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение должно охватывать все этапы разработки системы, а также период ее эксплуатации.

В измерительные каналы системы входят: датчики, преобразователи, контроллеры, прошедшие государственную поверку на соответствие их нормативно-технической документации.

В период внедрения системы, а также в дальнейшем в соответствии с графиком поверки, необходимо проводить метрологические аттестации средств измерения и их метрологических характеристик в соответствии со стандартом ГОСТ 8009-84 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений» [3].

1.7 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение должно включать в себя:

- состав и структуру автоматизированной системы, способы организации данных в ней;
- порядок информационного обмена между ее составными частями;
- структурированный процесс сбора, обработки и передачи информации в автоматизированной системе;
- информацию о результатах мониторинга, а также визуальному представлению данных в системе.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статической отчетности;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

Каждый технологический параметр должен иметь свой индивидуальный идентификатор (тег). Структура данного шифра должна иметь следующую форму: AAA_BBB_CCCC_DDDDD,

где а) AAA – параметр, состоящий из 3-х символов, принимающий значения:

TMR (temperature) – температура;

PRS (pressure) – давление;

CNS (consumption) – расход;

MST (moisture) – содержание влаги;

DNS (density) – плотность.

б) BBB – код технологического аппарата (или объекта), содержащий 3 символа:

BIK – блок измерения показателей качества;

в) CCCC - уточнение:

RNG (Range) – в рамках рабочего диапазона;

HL (high limit) – верхнее предельное значение;

LL (low limit) – нижнее предельное значение.

Таблица 1 – Перечень идентификаторов сигналов

Идентификатор	Назначение идентификатора
PRS_BIK_LLHL	Давление нефти в трубопроводе БИК
TMP_BIK_HL	Температура нефти в трубопроводе БИК
CNS_BIK_LLHL	Расход нефти в трубопроводе БИК
MST_BIK_RNG	Процентное содержание влаги в нефти
DNS_BIK_RNG	Плотность нефти

1.8 Требования к лингвистическому обеспечению

- сопутствующая система информации должны быть на русском языке;
- технологические языки программирования должны соответствовать стандарту МЭК 61131-3.

1.9 Нормативно-техническая документация

1. ГОСТ 34602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. Москва: Изд-во стандартов, 1989. – 12 с [4].

ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016. Контроллеры программируемые. Языки программирования. Москва: Изд-во стандартов, 2016 [5].

3. ГОСТ 24.104-85 Автоматизированные системы управления. Общие . Москва: Изд-во стандартов, 1985 [2].

ГОСТ 21.408-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (с Поправками). Москва: Изд-во стандартов, 2013 [6].

2 Технические решения разрабатываемой АС

2.1 Описание технологического процесса

Установка СИКН предназначена для автоматизированного определения количества и показателей качества сырой нефти. В данной работе рассматривается блок измерения показателей качества нефти данной установки. В состав БИК входят:

- измерительный преобразователь плотности нефти с возможностью отключения без остановки БИК;
- измерительный преобразователь влагосодержания в нефти с возможностью отключения без остановки БИК;
- измерительный преобразователь температуры в комплекте с термокарманом из нержавеющей стали, установленные в непосредственной близости от преобразователей плотности;
- термометр показывающий с термокарманом из нержавеющей стали и с защитной гильзой, установленный в непосредственной близости от измерительного преобразователя плотности;
- измерительный преобразователь избыточного давления, установленный в непосредственной близости от измерительного преобразователя плотности;
- манометр показывающий;
- автоматические пробоотборники (рабочий и резервный) с герметичными контейнерами, обеспечивающие отбор проб по заданной программе;
- устройство для ручного отбора точечных проб;
- расходомер;
- запорная арматура на входе и выходе БИК для оперативного и аварийного отключения;
- узлы подключения пикнометров или эталонных плотномеров и УОСГ к каждому измерительному преобразователю плотности.

Линия измерения показателей качества имеет предназначена для получения и выдачи информации по таким технологическим параметрам нефти, как: давления и температуре нефти, ее плотности, процентному содержанию влаги в нефти, а также автоматического или ручного отбора проб.

Входной нефтепровод БИК подсоединяется к щелевому ПЗУ, находящемуся на входном коллекторе БИЛ.

На входе в БИК предусмотрено перемешивающее устройство – статический смеситель для создания однородности среды. Расход нефти через БИК обеспечивает регулирующий клапан FCV1.

В технологической обвязке БИК предусмотрены два шаровых крана для подключения пикнометра. Пикнометр подключается последовательно к поточному плотномеру и предназначен для его поверки.

Для измерения плотности перекачиваемой нефти установлен поточный плотномер. Плотномер состоит из измерительного датчика и блока электроники, который монтируется внутри корпуса датчика. Электронная часть и измерительный датчик образуют систему для непрерывного измерения в оперативном режиме плотности жидкости.

Для контроля температуры и давления установлены датчики давления и температуры, манометры и термометры.

Трубопроводная обвязка в низких точках имеет вентили для сброса нефти в дренажную систему, в высоких точках – для стравливания воздуха при заполнении трубопроводов.

Блок измерения показателей качества нефти в установке СИКН располагается между блоком фильтров, выход которого является входом БИК, и блоком измерительных линий. Выход БИК непосредственно соединен со входом БИЛ. На каждом из данных участков установки располагается запорная арматура, способствующая отключению каждого из блоков друг от друга при возникновении чрезвычайных ситуаций или плановых остановок СИКН.

Через щелевой ПЗУ нефть попадает непосредственно в блок измерения показателей качества нефти. Далее нефть движется по трубопроводу и попадает в зону отбора, в данной установке это две параллельные ветки (одна рабочая и одна резервная) с установленными на них автоматическими пробоотборниками с предусмотренными устройствами ручного отбора проб. В режиме полной проверки качества нефти (определяется положением запорной арматуры) после зоны отбора проб нефть проходит через поточный влагомер, в котором определяется процентное содержание влаги в нефтяной смеси. Далее нефть проходит через плотномер, который измеряет значение плотности измеряемой среды. Затем, на выходе БИК, происходит непосредственное измерение давления и температуры нефти, а также осуществляется управление расходом. Как было сказано ранее, выход БИК соединен с входным коллектором БИЛ для дальнейшего анализа.

2.2 Разработка структурной схемы

Автоматизированная система управления блоком измерения показателей качества нефти основана на принципе трехуровневой иерархии, состоящей из нижнего, среднего и верхнего уровней. Структурная схема данной системы представлена в приложении А на ФЮРА.420609.001.

2.2.1 Полевой уровень

Нижний (полевой) уровень включает в себя контрольно-измерительные приборы (КИП) и исполнительные механизмы, которые установлены на технологических трубопроводах. На полевом уровне располагаются исключительно местные показывающие приборы и первичные средства измерения.

В проектируемой системе на данном уровне располагаются такие измерительные преобразователи и датчики, как:

- датчики давления;
- датчики температуры;
- влагомер;

- плотномер;
- расходомер.

И исполнительное устройство:

- регулирующий клапан.

2.2.2 Средний уровень

Данный уровень включает в себя сбор и первичную обработку информации со средств измерения нижнего уровня, контроль управляемых параметров (в данной системе – расход нефти), обмен данными с верхним уровнем системы.

На основе полученных на средний уровень данных формируются команды управления программируемого логического контроллера (в автоматическом режиме или при помощи оператора). В данной системе средний уровень представлен системой управления, состоящей из двух основных элементов: шкафа управления (управление по месту) и операторского щита (дистанционное управление).

2.2.3 Верхний уровень

На верхнем уровне системы происходит сосредоточение, обработка и упорядочивание (формирование базы данных) информации с нижних уровней. Также предусматривается индикация необходимых параметров, регистрация и хранение информации. На данном уровне также происходит формирование отчетной документации и осуществление управления технологическими режимами системы.

Основными составляющими верхнего уровня системы являются автоматизированное рабочее место оператора, сервера баз данных (основного и резервного) и коммутаторы.

Автоматизированное рабочее место предназначено для визуального представления информации о системе в удобном для восприятия виде и приема команд управления от оператора. Серверная часть системы обеспечивает хранение и обработку информации, а также ее обмен.

2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема автоматизации представляет собой технический документ, входящий в основной комплект рабочих чертежей, проектируемой системы автоматизации. ФСА создается с целью отображения основных технических решений. Объект управления рассматривается как комплекс оборудования (основного и вспомогательного) со встроенными в него органами.

Приборы и средства автоматизации изображаются в виде условных графических изображений, согласно ГОСТ 21.208-2013. На ФСА изображают технологическое оборудование и связующие элементы АС, средства автоматизации в объемах, предусмотренных РД 39-0137095-001-86, которые позволяют управлять основными технологическими процессами, регулировать наиболее важные параметры установок, измерять, регистрировать и сигнализировать предупредительные и аварийные значения параметров, определяющих взрывопожароопасность технологического процесса по давлению, температуре, уровню, загазованности и т.п., а также, в необходимых случаях, блокировать (отключать) технологическое оборудование (резервуары, насосы и т.п.) по аварийным значениям параметров, чтобы исключить опасное развитие техпроцесса [7].

Средства автоматизации обеспечивают выполнение следующих функций:

- автоматическое регулирование параметров технологического процесса;
- защиту основных и вспомогательных агрегатов и систем;
- дистанционный контроль и регистрацию текущих значений основных технологических параметров и состояния технологического оборудования.

Система производит автоматическое регулирование расхода нефти в трубопроводе блока измерения показателей качества нефти.

Система контролирует следующие параметры:

- давление нефти в трубопроводе БИК;
- температура нефти в трубопроводе БИК;
- плотность нефтяной смеси;
- процентное содержание воды в нефти.

Функциональная схема автоматизации работы блока измерения показателей качества приведена в приложении Б на ФЮРА.420609.002.

Схема ANSI приведена в приложении В на ФЮРА.420609.003.

2.4 Схема информационных потоков

В ходе разработки схемы информационных потоков необходимо брать в расчет трехуровневую иерархию системы, т.е. три ее уровня сбора, обработки и хранения информации:

- верхний уровень – уровень архивного хранения информации. Информация на данном уровне представляет из себя экранные формы/мнемосхемы. В автоматическом режиме на АРМ формируются различные отчеты;

- средний уровень – уровень текущего хранения информации. Средний уровень можно назвать связующим звеном между потоками информации от датчиков и систем автоматики к телемеханике верхнего уровня;

- нижний уровень – непосредственно уровень, отвечающий за сбор и обработку полученных данных с датчиков, то есть аналоговые/дискретные сигналы, данные о вычислении или преобразовании.

Схема информационных потоков представлена в приложении Г на ФЮРА.420609.004.

2.5 Комплекс аппаратно-технических средств

2.5.1 Выбор расходомера

Основным регулируемым параметром в блоке измерения параметров качества нефти разрабатываемой системы является расход нефти. В БИК

используется ультразвуковой тип расходомеров. Принцип действия данного прибора основывается на прохождении ультразвуковых волн через среду, в данном случае жидкость (нефть). В данном устройстве присутствуют приемник и передатчик, являющиеся пьезоэлектрическими кристаллами. При попадании их в электрическое поле длина данных кристаллов изменяется, т.е. он деформируется в соответствии с величиной и направлением электрического поля. Рассмотрим несколько расходомеров от разных производителей и выберем наиболее подходящий. В качестве вариантов были выбраны Dynasonics TFXL, Ifm electronic SU7000 и Katflow 150. Основными критериями выбора являются:

- диапазон измерения;
- погрешность измерений;
- выходные сигналы;
- степень пылевлагозащиты;
- температура внешней среды.

Характеристики выбранных расходомеров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение характеристик расходомеров

Расходомер	Dynasonics TFXL	Ifm electronic SU7000	Katflow 150
Диапазон измеряемых диаметров, мм	от 15 до 3000	от 10 до 3000	от 10 до 6500
Погрешность измерения, %	1	3	1
Выходные сигналы	4-20 мА, импульсный выход, частотный выход	4-20 мА, импульсный выход	4-20 мА, RS 485 Modbus RTU, Profibus PA и HART
Степень пылевлагозащиты	IP66	IP67	IP67
Температура измеряемой среды, °C	-40..+176	-10..80	-30..+250
Цена	195000	75000	180000

Как видно из таблицы, расходомер Katflow 150 превосходит конкурентов по всем критериям выбора, за исключением цены, но его преимущества оправдывают ее, поэтому был выбран именно данный расходомер [8].



Рисунок 1 – Расходомер Katflow 150

2.5.2 Выбор датчика температуры

Основными характеристиками, по которым проводился выбор датчиков температуры, являются:

- диапазон измерений;
- допускаемая погрешность;
- выходные сигналы;
- степень пылевлагозащиты;
- температура окружающей среды;
- цена.

Были рассмотрены три варианта датчиков температуры: Rosenmount-3144P, WIKA TR10-C и RTD THERMOMETER TR10.

Характеристики данных устройств представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение характеристик датчиков температуры

Датчик температуры	Rosenmount-3144P	WIKA TR10-C	RTD THERMOMETER TR10
Диапазон измерения, °C	-170..+250	-196..+600	-200..+600
Погрешность измерения, %	±0.1	±0.2	±0.1
Выходные сигналы	4-20 мА, HART, FOUNDATION Fieldbus	4-20 мА, HART	4-20 мА, Profibus PA FOUNDATION Fieldbus
Степень пылевлагозащиты	IP66	IP66	IP68
Температура окружающей среды, °C	-40..+85	-10..80	-40..+70
Цена	8500	6000	4000

Исходя из данной таблицы, можно сделать вывод, что RTD THERMOMETER TR10 превосходит конкурентов в техническом плане, при этом его стоимость меньше, поэтому в данной работе был выбран именно данный образец [9].



Рисунок 2 – RTD THERMOMETER TR10

2.5.3 Выбор термометра

На трубопроводе БИК за исключением датчика температуры также устанавливается и термометр для мгновенного отображения температуры нефти в режиме «по месту».

В данной работе был выбран термометр показывающий ТЛ-4. Стекланный ртутный термометр ТЛ-4 предназначен для измерения температуры среды в диапазоне от 0 до +55°C. Также он используется для проверки датчика температуры.

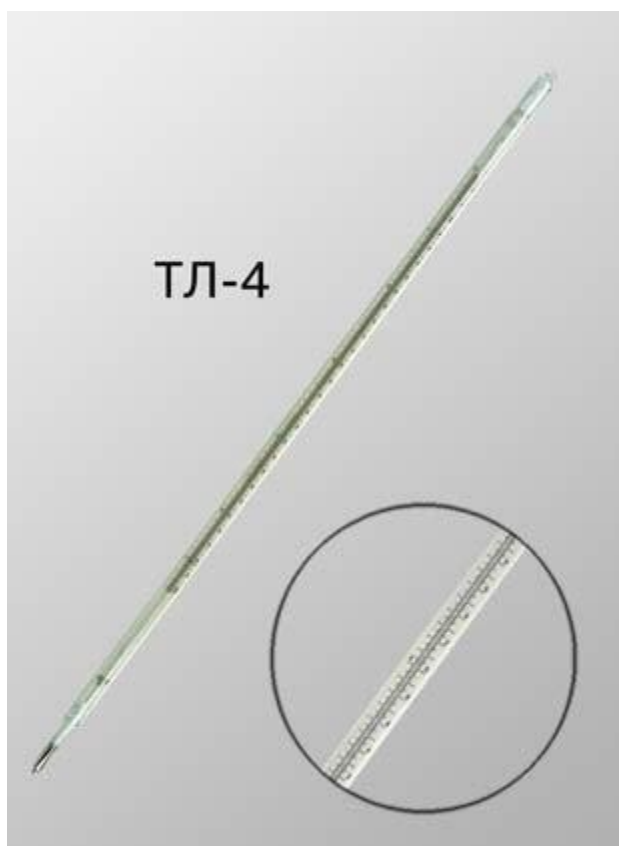


Рисунок 3 – Термометр ИЛ-4

2.5.4 Выбор датчика давления

В качестве датчиков давления было решено использовать датчики избыточного давления.

Выбор датчиков давления основывался на оценке следующих показателей:

- диапазон измерений;
- базовая погрешность;

- выходные сигналы;
- степень пылевлагозащиты;
- температура рабочей среды;
- срок службы.

Было рассмотрено три варианта датчиков избыточного давления: Метран-150TG, Сапфир 22 ДИ и Cerabar M PMP41.

Характеристики датчиков давления представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение датчиков давления

Датчик давления	Метран-150TG	Сапфир 22 ДИ	Cerabar M PMP41
Диапазон измерения, МПа	0,02-10	0-25	0-40
Погрешность измерения, %	±0.1	±0.2	±0.2
Выходные сигналы	4-20 мА, HART	4-20 мА, HART	4-20 мА, Profibus PA, HART
Степень пылевлагозащиты	IP66	IP66	IP68
Температура рабочей среды, °С	-60..+85	-10..80	-40..+125
Срок службы	10	12	15

Принцип действия прибора: прямое воздействие давления на керамическую диафрагму вызывает ее деформацию, изменение электрической емкости, измеряемой между электродами на диафрагме и керамической основе, пропорционально изменению давления, диапазон измерения определяется толщиной керамической диафрагмы. Данный тип сенсора является устойчивым к перегрузке, имеет химическую стойкость, а также подходит для применения в вакууме. Данный преобразователь давления

отличается высоким диапазоном температур окружающей среды, в которой он работоспособен, а также абсолютно не подвержен вибрациям.

Преимущества данного образца:

- высокая точность;
- сенсоры, устойчивые к перегрузкам, гидроударам и вакуумам;
- наличие аналоговой и цифровой электроники;
- корпус из нержавеющей стали;
- унифицированный способ подключения.

Исходя из данных таблицы 4, данное устройство является наиболее предпочтительным вариантом, поэтому было принято решение использовать именно его [10].



Рисунок 4 – Преобразователь давления Cerabar M PMP41

2.5.5 Выбор манометра

Для наблюдения показателей давления по месту необходима установка манометра на трубопроводе блока измерения показателей качества нефти. По

соотношению цена/качество был выбран манометр МПТИ-У2. Основные технические характеристики данного манометра представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики манометра МПТИ-У2.

Тип прибора	Манометр
Диаметр корпуса, мм	160
Степень пылевлагозащиты	IP53
Класс точности	0.6
Наличие корректора «0»	с корректором «0»
Температура окружающей среды, °C	-50..+60
Температура измеряемой среды, °C	-50..+70
Межповерочный интервал	1 год
Цена	2500

Работа данного прибора основана на уравнивании измеряемого давления силами упругой деформации манометрической пружины.



Рисунок 5 – Манометр МПТИ-У2

2.5.6 Выбор влагомера

Для определения процентного содержания влаги в нефти необходимо использовать такое устройство, как влагомер. Было рассмотрено три варианта влагомеров, таких как: поточный влагомер серии XDT Moisture, влагомер

нефти поточный "УДВН-1пм" и влагомер нефти поточный модификации L фирмы Phase Dynamics Inc.

Выбор влагомера основывался на оценке следующих показателей:

- диапазон измерений;
- базовая погрешность;
- выходные сигналы;
- срок службы;
- температура рабочей среды;
- цена.

Технические характеристики выбранных влагомеров представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнение влагомеров

Влагомер	XDT Moisture	УДВН-1пм	Phase Dynamics Inc
Диапазон измерения влагосодержания, %	0-10	0-6	0-20
Погрешность измерения, %	±1	±0.05	±0.05
Выходные сигналы	4-20 мА	4-20 мА	4-20 мА, RS-485 Modbus RTU, HART
Срок службы	10	6	10
Температура окружающей среды, °С	-10..+50	+5..+50	-40..+55
Цена	500000	1100000	450000

По данным таблицы 6 наиболее предпочтительным является влагомер фирмы Phase Dynamics Inc, остановим свой выбор на нем.

Принцип действия влагомера основан на измерении меняющейся нагрузки генератора микроволн в зависимости от влагосодержания среды. Еще одним очевидным достоинством является цена данного влагомера, она меньше представленных выше образцов, при этом он обеспечивает более

высокий диапазон измерения содержания влаги в нефти [11].



Рисунок 6 – Влагомер фирмы Phase Dynamics Inc

2.5.7 Выбор плотномера

Еще одним контролируемым параметром в блоке измерения показателей качества нефти является плотность, для ее определения необходимо выбрать, какой плотномер использовать. Было рассмотрено три разновидности плотномеров – DS200 Lemis, плотномер 804 отечественного производства и Solartron 7835.

Выбор плотномера основывался на оценке следующих показателей:

- диапазон измерения;
- базовая погрешность;
- выходные сигналы;
- степень пылевлагозащиты;
- температура рабочей среды;
- цена.

Технические характеристики данных приборов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Сравнение характеристик плотномеров

Плотномер	DS200 Lemis	Плотномер 804	Solartron 7835
Диапазон измерения, $кг/м^3$	0-2000	0-2000	0-3000
Погрешность измерения, $кг/м^3$	± 0.25	± 0.5	± 0.1
Выходные сигналы	RS-485 Modbus TRU	4-20 мА, RS-485 Modbus TRU	4-20 мА, RS-485 Modbus RTU
Степень пылевлагозащиты	IP67	IP67	IP68
Температура рабочей среды, °C	-200..+200	+50..+50	-50..+110
Цена	29000	35000	30000

Сравнив характеристики и свойства трех плотномера, можно сделать вывод, что наиболее предпочтительным является именно Solartron 7835, т.к. он обеспечивает самую высокую точность и при этом его стоимость находится наравне с конкурентами [12].

Принцип работы плотномера Solartron является вибрационным: исходная резонансная частота колебаний вибрирующего элемента изменяется в зависимости от плотности проходящей через преобразователь жидкости. Поддерживая эти колебания и измеряя их частоту электронными средствами, можно определить плотность жидкости.



Рисунок 7 – Плотномер Solartron 7835

2.5.8 Выбор контроллерного оборудования

Одной из важнейших составляющих автоматизированной системы является программируемый логический контроллер. Были рассмотрены три варианта ПЛК: ОВЕН ПЛК 160, ModiconM238 от компании Schneider-electric, а также контроллер ЭЛСИ-ТМК.

Сравнение характеристик данных контроллеров приведено в таблице 8.

Таблица 8 – Сравнение характеристик ПЛК

ПЛК	ОВЕН ПЛК 160	Schneider-electric ModiconM238	ЭЛСИ-ТМК
Количество аналоговых каналов ввода/вывода	12	10	24
Количество дискретных каналов ввода/вывода	28	20	64
Интерфейсы связи	RS-232, RS-485, Ethernet	RS-232, RS-485, Ethernet	RS-232, RS-485, Ethernet
Протоколы связи	Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP, ОВЕН	Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP	Ethernet TCP/IP, Etherbus, Modbus RTU, Modbus TCP/IP
Дополнительная память	до 2048 МБ	до 2048 МБ	до 2048 МБ
Поддержка ПИД-регулирования	да	да	да
Резервное питание	нет	да	да
Языки программирования	FBD, LD, ST, CFC, IL	FBD, LD, CFC, ST, IL	FBD, LD, CFC, ST, IL
Цена	60000	467000	350000

Программируемый логический контроллер ЭЛСИ-ТМК является эффективной модульной платформой для построения систем автоматизации малого и среднего масштаба во всех секторах промышленного производства. Его современный функционал, надежный форм-фактор, стандартные коммуникации и открытая программная среда предоставляют мощный

инструментарий для решения широкого спектра задач промышленной автоматизации.

Особенностями данного ПЛК являются:

- Резервирование питания и каналов связи;
- Полное дублирование корзин контроллера;
- Развитая система самодиагностики и самокалибровки;
- Открытая архитектура, поддержка стандартных протоколов и интерфейсов;
- WatchDog-таймер и часы реального времени;
- Расширенная номенклатура функциональных модулей;
- «Горячая» замена модулей.

Наиболее удобному применению ЭЛСИ-ТМК способствует наличие в его ассортименте модулей центрального процессора с различной производительностью, широкой гаммы модулей дискретного и аналогового ввода/вывода, коммуникационных модулей и источников питания для подключения к сетям постоянного и переменного тока. Поддержка стандартных промышленных протоколов и интерфейсов обеспечивает легкую интеграцию ЭЛСИ-ТМК в системы диспетчерского управления и сбора данных.

Программирование ЭЛСИ-ТМК осуществляется на пяти языках стандарта МЭК 61131-3 в открытой инструментальной среде CoDeSys v3.5, которая предоставляет пользователю пошаговые инструкции для разработки проектов, удобную систему отладки и оптимизации программного кода.

Данный ПЛК также отличается наилучшим соотношением цена/возможности, поэтому конечным выбором является именно ЭЛСИ-ТМК [13].



Рисунок 8 – Контроллер ЭЛСИ-ТМК

2.5.9 Выбор исполнительного механизма

Ни одна система автоматического управления не обходится без использования исполнительного механизма, т.е. устройства, реализующего управляющее воздействие непосредственно на объект управления, физически данное воздействие реализуется при механическом перемещении регулирующего органа.

В качестве исполнительного механизма в данной работе был выбран блок управления взрывозащищенный СОКРАТ-РЗ. Основная область применения данного блока – системы управления технологическими объектами транспорта жидкостей и газов во взрывоопасных зонах классов 1 и 2, помещений и наружных установок, в которых возможно образование паровоздушных и газовоздушных взрывоопасных смесей. Данный блоки в составе электропривода обеспечивает выполнение следующих функций:

- бесконтактное реверсивное управление АД;
- контроль усилия на выходном звене ЭП;
- автоматическую остановку ЭП при превышении усилия на выходном звене ЭП выше заданного;

- контроль положения выходного звена ЭП, независимо от наличия напряжения питания на блоке, посредством многооборотного оптоэлектронно-механического абсолютного кодера положения;
- автоматическую остановку ЭП в заданных и конечных положениях;
- местное и дистанционное управление ЭП;
- дистанционную сигнализацию состояния ЭП;
- местную цифровую и световую индикацию режимов и параметров работы блока;
- защиту ЭП от аварийных режимов работы;
- архивирование событий, команд и аварий блока в энергонезависимой памяти [14].



Рисунок 9 – Блок управления СОКРАТ-РЗ

2.6 Разработка схемы внешних проводов

Схема внешних электрических проводов приведена в приложении Д на ФЮРА.420609.005. Система включает в себя следующие приборы:

- датчик расхода Katflow 160;
- датчик температуры RTD THERMOMETER TR10;
- датчик давления Cerabar M PMP41;
- плотномер Solartron 7538;
- влагомер фирмы Phase Dynamics Inc.

Для передачи сигналов датчиков полевого уровня на операторский щит был выбран кабель контрольный с токопроводящей медной жилой в ПВХ оболочке с ПВХ изоляцией (КВВГ Энг 4х1,5), где 4 – количество жил, а 1,5 – сечение жил.

Элементы конструкции кабеля:

- медная однопроволочная токопроводящая жила круглой формы;
- изоляция из поливинилхлоридного пластика. Изолированные жилы кабелей скручены. В каждом из них имеется счетная пара. изолированные жилы этой пары отличаются по цвету друг от друга и от остальных жил;
- оболочка из поливинилхлоридного пластика [15].

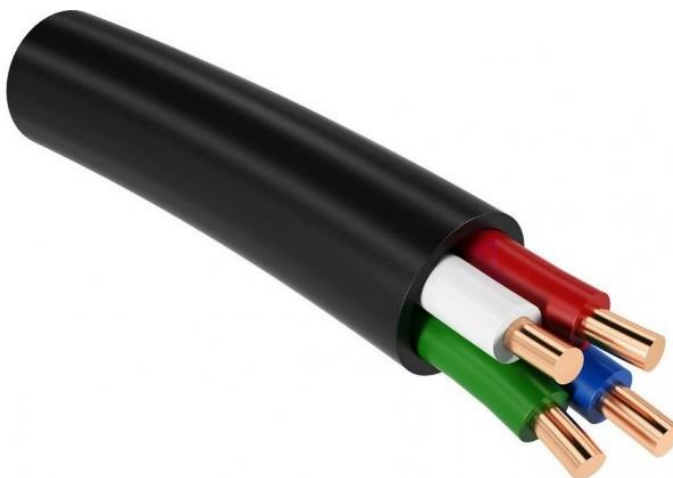


Рисунок 10 – Кабель КВВГ

Кабель КВВГ применяется для прокладки в каналах, туннелях в условиях агрессивной среды, в помещениях, при отсутствии механических воздействий на кабель.

2.7 Разработка алгоритмов управления автоматизированной системой

В зависимости от требований и задач в различных АСУ ТП предусмотрено создание определенных алгоритмов управления. Спектр задачи системы и определяет, какие именно алгоритмы необходимо реализовать. В данной работе были созданы следующие алгоритмы:

- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм управления технологическим параметром;
- алгоритм управления регулирующим клапаном в среде Codesys.

2.7.1 Алгоритм сбора данных измерений

Блок-схема алгоритма сбора данных измерений представлена в приложении Е на ФЮРА.420609.006. Каналом измерения в данном алгоритме является канал измерения расхода нефти. Данный алгоритм формирует сигналы и передает их на щит управления в контроллер, тот, в свою очередь, создает управляющее воздействие в случае отклонения технологического параметра от заданного значения и передает его на исполнительное устройство, также контроллер передает сигналы измерения в SCADA-систему для мониторинга оператором, данный алгоритм также производит архивацию полученной информации, а также построение трендов.

2.7.2 Алгоритм управления технологическим параметром

Для обеспечения необходимого расхода предусмотрена установка регулирующего клапана. Объектом управления для разработанной САР является трубопровод. Согласно нормативной документации, расстояние между выбранным расходомером и клапаном должно быть не менее 3 м. Динамика участка трубопровода в упрощенном виде может быть описана следующей передаточной функцией в соответствии с формулой (1):

$$W(s) = \frac{1}{T \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau_0 \cdot s}, \quad (1)$$

где T – постоянная времени, вычисляемая по формуле (2);

τ_0 – время запаздывания, вычисляемое по формуле (3).

$$T = \frac{2 \cdot L \cdot f \cdot c}{Q}, \quad (2)$$

где L – расстояние между расходомером и клапаном;

f – площадь поперечного сечения трубопровода;

Q – пропускная способность;

c – величина, вычисляемая по формуле (4).

$$\tau_0 = \frac{L \cdot f}{Q}. \quad (3)$$

$$c = \frac{\gamma}{2 \cdot \Delta p \cdot g}, \quad (4)$$

где γ – удельный массовый расход нефти.

Таблица 9 – Значения параметров передаточных функций

$f, \text{м}^2$	0.0198
$d, \text{м}$	0.159
$L, \text{м}$	3
$Q, \text{м}^3 / \text{ч}$	300
$\Delta p, \text{МПа}$	0.2
$g, \text{м} / \text{с}^2$	9.8
$\gamma, \text{кг} / \text{с}$	100
$\rho, \text{кг} / \text{м}^3$	600
$\omega, \text{рад} / \text{с}$	170
$M_k, \text{Н} \cdot \text{м}$	50
$J, \text{Н} \cdot \text{м}$	0,45
$f_{\max}, \text{Гц}$	50
$I_{\max}, \text{А}$	20

Таким образом, передаточная функция динамики участка трубопровода имеет вид: $W(s) = \frac{1}{0,01 \cdot s + 1} \cdot e^{-0,000198s}$.

Регулирующий клапан описывается интегральным звеном:

$$W(s) = \frac{1}{s}, \quad (5)$$

А также блоком saturation для ограничения % открытия и усилительным звеном со значением максимального расхода.

Передаточная функция электропривода может быть представлена в упрощенном виде с помощью апериодического звена первого порядка:

$$W_{\partial\theta}(s) = \frac{K_{\partial\theta}}{T_{\partial\theta} \cdot s + 1}, \quad (6)$$

где $K_{\partial\theta}$ – коэффициент усиления, рассчитываемый по формуле (7);

$T_{\partial\theta}$ – постоянная времени, вычисляемая по формуле (8).

$$K_{\partial\theta} = \frac{\omega}{f_{\max}}, \quad (7)$$

где ω – скорость вращения асинхронного двигателя;

f_{\max} – частота управляющего сигнала.

$$T_{\partial\theta} = \frac{\omega J}{M_k}, \quad (8)$$

где J – момент инерции вращающихся частей;

M_k – момент силы.

Таким образом, передаточная функция электропривода будет иметь вид: $W_{\partial\theta}(s) = \frac{3,4}{1,53 \cdot s + 1}$.

Как и электропривода, частотный преобразователь в упрощенном виде определяется апериодическим звеном первого порядка:

$$W_{\text{чп}}(s) = \frac{K_{\text{чп}}}{T_{\text{чп}} \cdot s + 1}, \quad (9)$$

где $K_{\text{чп}}$ – коэффициент усиления, рассчитываемый по формуле (10);

$T_{\text{чп}}$ – постоянная времени, вычисляемая по формуле (11).

$$K_{\text{чп}} = \frac{f_{\text{max}}}{I_{\text{max}}}, \quad (10)$$

где I_{max} – управляющий токовый сигнал.

$$T_{\text{чп}} = \frac{T_{\text{ос}}}{3}. \quad (11)$$

Таким образом, передаточная функция частотного преобразователя выглядит следующим образом: $W_{\text{чп}}(p) = \frac{K_{\text{чп}}}{T_{\text{чп}} \cdot s + 1} = \frac{2,5}{0,53 \cdot p + 1}$.

Полученная модель системы регулирования, разработанная в ПО Matlab Simulink представлена на рисунке ниже.

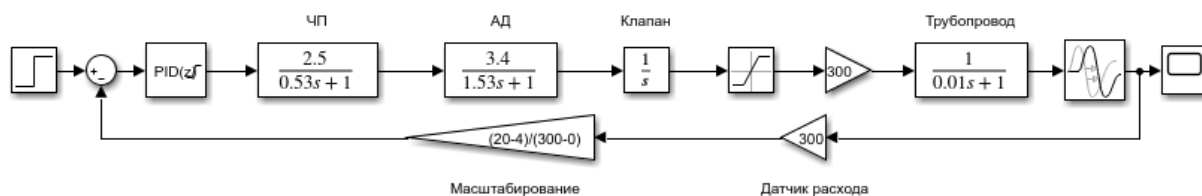


Рисунок 21 – Модель системы регулирования расхода

Замкнутый контур регулирования функционирует следующим образом: расход на выходе объекта управления измеряется расходомером, сигнал с которого сравнивается с установочным значением. Разность между измеренным и установочным значением – ошибка регулирования. Сигнал ошибки поступает на ПИД-регулятор. В результате отработки ПИД-регулятора с него на исполнительный механизм поступает управляющее воздействие. Исполнительный механизм состоит из частотного преобразователя, электропривода и регулирующего клапана. Управляющее воздействие проходит через частотный преобразователь, осуществляющий регулирование скорости вращения электропривода. Электропривод оказывает воздействие на клапан, который влияет на величину расхода в трубопроводе.

Настройка ПИД-регулятора была выполнена с помощью автоматических алгоритмов Matlab. Переходный процесс полученной модели представлен на рисунке ниже.

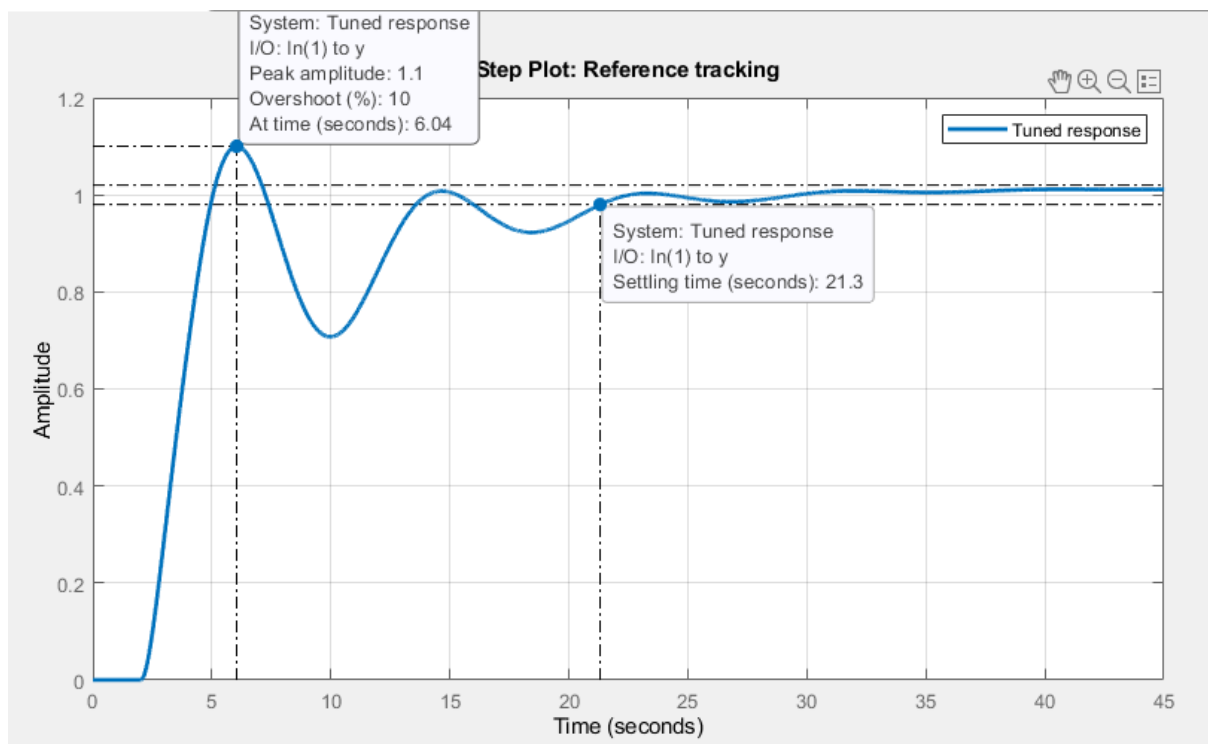


Рисунок 22 – Переходный процесс системы

При помощи функции Tune пакета Simulink удалось настроить ПИД-регулятор таким образом, что переходный процесс не имеет перерегулирования и время переходного процесса при этом примерно равно 1.5 с, что свидетельствует о том, что созданная система является работоспособной и устойчивой.

2.7.3 Алгоритм управления регулирующим клапаном в среде Codesys

Для написания программы был выбран язык Structured Text (ST), который предназначен для программирования промышленных контроллеров и операторских станций. Он удобен для написания больших программ. Листинг работы программы представлен в приложении Ж.

Клапан имеет 4 состояния: «Открыт» (Opened), «Закрыт» (Closed), «Открывается» (Opening) и «Закрывается» (Закрывается). Переход от состояния «Открыт» в состояние «Открывается» происходит по команде Open, при поступлении сигнала от концевого выключателя открытия состояние клапана меняется на «Открыт». Таким же образом происходит закрытие

клапана. Граф состояний и переходов клапана представлен на рисунке 23.

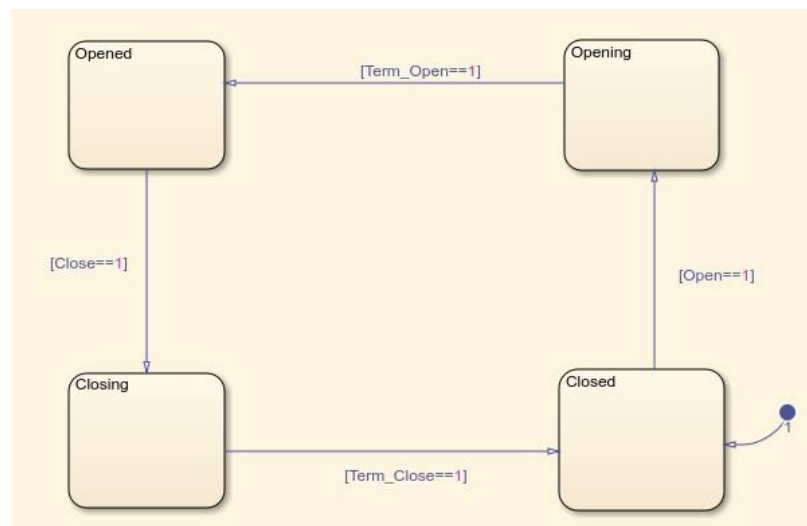


Рисунок 23 – Граф состояний и переходов задвижки

Аналогично прошлой программе создадим окно работы клапана (рисунок 24) для визуализации работы программы и проверим переход задвижки из различных положений путем нажатия и удержания кнопок «Открыть» и «Заккрыть» (рисунки 25 и 26).

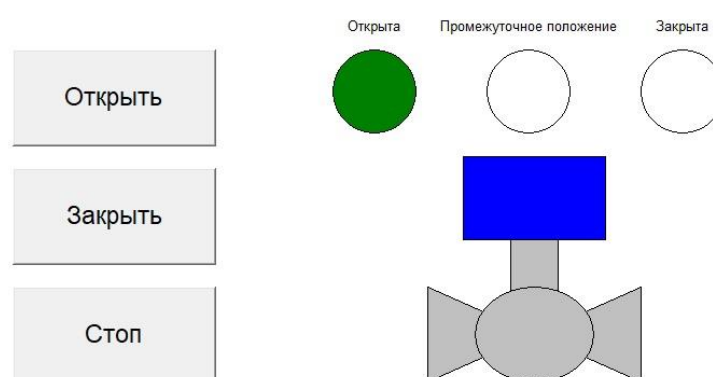


Рисунок 24 – Клапан в положении «Открыт»

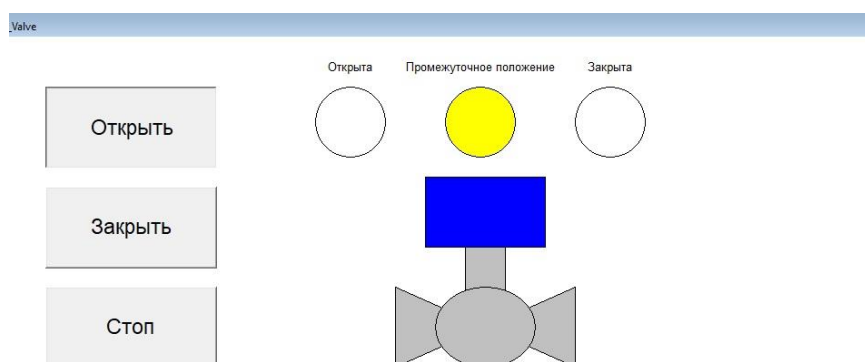


Рисунок 25 – Клапан в промежуточном положении

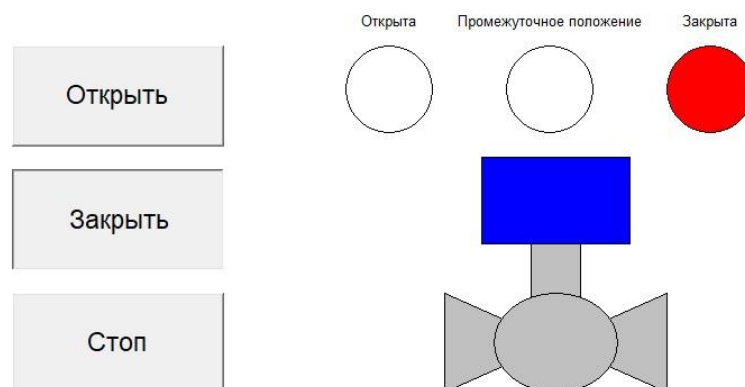


Рисунок 26 – Клапан в положении «Закрыта»

Как видно из рисунков выше, созданная визуализация показывает корректную работу созданного алгоритма управления.

2.8 Разработка экранных форм

SCADA - программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления». Основными возможностями SCADA-системы являются:

- сбор информации от устройств нижнего уровня,
- хранение, архивирование собранной информации для последующей обработки;
- наглядное представление технологического процесса для оператора;
- возможность взаимодействия с технологическим процессом (передача управляющих команд),
- обмен информацией с другими программами,
- формирование отчетов.

Для разработки мнемосхемы была выбрана SCADA – программа отечественного производства TRACE MODE IDE 6.

Разработанная мнемосхема представлена в приложении К.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной работе будут описаны результаты проектирования автоматизированной системы управления блоком измерения параметров качества нефти лабораторной установки «Система измерения количества и качества нефти».

Цель выпускной квалификационной работы – перепроектирование автоматизированной системы управления блоком измерения параметров качества нефти лабораторной установки «СИКН».

Цель данного раздела – проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих предъявляемым требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Основное назначение блока измерения параметров качества нефти установки «СИКН» – это проведение автоматического анализа нефти, а именно определение физико-химических параметров (качества) перекачиваемой товарной нефти, таких как давление, температура, плотность, содержание влаги. Проектируемая система позволяет измерять и рассчитывать основные показатели качества нефти с помощью разработанной модели.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации в нефтегазовой отрасли, в частности нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, имеющие узлы учета и измерения количества и показателей качества нефти. Научное исследование рассчитано на крупные предприятия. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированная система измерений количества и показателей качества нефти, а также автоматическая система регулирования определенными параметрами технологического процесса. В таблице 10

приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» – ОАО «ТомскНИПИнефть», «Б» – ПАО «Транснефть», «В» – ЗАО «ЭлеСи».

Таблица 10 – Карта сегментирования рынка

Размер предприятия		Направление деятельности	
		Проектирование систем автоматического управления	Разработка SCADA-систем
	Крупная	А,Б	В
	Средняя	А,Б,В	В
	Мелкая	А,В	А, В

Согласно карте сегментирования, наиболее предпочтительно выбрать сегмент крупных и средних фирм-заказчиков для разработки SCADA-систем.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений. Сравнение проводится между разрабатываемой системой и системами сторонних компаний. Оценочная карта анализа представлена в таблице 2. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме составляют 1. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (12)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения были выделены следующие технические критерии: повышение производительности труда, безопасность, надежность, увеличение объема

производства, функциональная мощность, простота эксплуатации. В качестве экономических критериев были выбраны: цена, снижение эксплуатационных затрат, предполагаемый срок эксплуатации.

Таблица 11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	$B_{\kappa 1}$	$B_{\kappa 2}$	K_{ϕ}	$K_{\kappa 1}$	$K_{\kappa 2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда	0.1	4	4	3	0.40	0.40	0.30
2. Безопасность	0.15	5	4	4	0.65	0.60	0.60
3. Надежность	0.15	5	3	3	0.65	0.45	0.45
4. Увеличение объема производства	0.05	4	3	4	0.20	0.15	0.20
5. Функциональная мощность	0.05	4	4	4	0.20	0.20	0.20
6. Простота эксплуатации	0.1	3	4	4	0.30	0.40	0.40
7. Энергопотребление	0.05	4	4	4	0.20	0.20	0.20
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0.1	3	4	4	0.30	0.40	0.40
2. Снижение эксплуатационных затрат	0.1	5	4	4	0.50	0.40	0.40
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0.15	5	4	4	0.65	0.60	0.60
Итого	1				4.05	3.80	3.75

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что разрабатываемая автоматизированная система управления является наиболее эффективной.

Преимущества разработки выражаются в более высоком уровне безопасности и надежности, а также более длительном срок эксплуатации.

3.1.3 SWOT-анализ

В ходе исследования разрабатываемого проектного решения автоматизированной системы управления блоком измерения параметров качества нефти был осуществлен комплексный анализ данного научно–исследовательского проекта, а именно SWOT–анализ.

Анализ позволяет дать качественную оценку текущей ситуации, а также позволяет конкретизировать внешние угрозы.

Изначально необходимо определить сильные и слабые стороны разрабатываемого решения, возможности и угрозы, затем необходимо выявить соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательской работы внешним условиям среды. Данный анализ помогает определить меры, которые необходимо предпринять, чтобы повысить эффективность разработки проекта и снизить влияние угроз.

Результаты выполненной работы приведены в таблице 12.

Таблица 12 – SWOT-анализ проектного решения

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
	С1. Высокий уровень надежности системы	Сл1. Сложность в эксплуатации
	С2. Высокий уровень безопасности	Сл2. Высокая цена комплектующих системы
	С3. Длительный срок эксплуатации	Сл3. Структурно сложное строение системы
	С4. Широкий спектр функциональности	Сл4. Необходимость в квалифицированном персонале
	С5. Невысокий уровень общего энергопотребления	Сл5. Использование трудно заменяемых комплектующих системы

Продолжение таблицы 12

<p>Возможности:</p> <p>V1. Возможность привлечения широкого круга новых клиентов</p> <p>V2. Внедрение новых технологий</p> <p>V3. Повышение стоимости разработок конкурирующих образцов</p> <p>V4. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы</p> <p>V5. Улучшение партнерских отношений с имеющейся базой заказчиков</p>	<p>Возможности дают перспективу расширения производства, привлечения новой клиентской базы, в данной, наиболее благоприятной ситуации, ожидается прямо пропорциональный рост доходов предприятия, повышение доверия со стороны уже имеющихся заказчиков. Ввиду доверия со стороны клиентов, возможно повышение цен на продукцию для еще большего увеличения значений прибыли и распространения продукции.</p>	<p>При правильной работе с потенциальными клиентами и уже имеющимися заказчиками открываются перспективы к долгосрочному сотрудничеству, что приведет к повышению прибыли, а, следовательно, высокая цена системы будет в скором времени перекрыта притоком новых денежных средств. При проведении инструктажей персонала и их обучении слабые стороны, связанные со сложностью эксплуатации системы, будут устранены.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Наличие аналогов</p> <p>У2. Ограничение импорта и экспорта продукции</p> <p>У3. Уменьшение финансирования со стороны инвесторов</p> <p>У4. Уменьшение спроса на новые технологии</p> <p>У5. Введение новых требований на эксплуатацию системы и сертификацию продукции</p>	<p>Полностью работоспособная и настроенная на необходимый технологический процесс система не должна подвергнуться имеющимся угрозам, в ней используются комплектующие, рассчитанные на длительный период эксплуатации.</p>	<p>Данное сочетание является самым неблагоприятным, вероятно, потребуется оптимизировать производство и в умеренных рамках понизить цену продукции для удержания клиентов и предотвращения их оттока к конкурентам.</p>

По результатам SWOT-анализа можно сделать вывод, что несмотря на предполагаемые угрозы и наличие слабых сторон проектного решения, сильные стороны, имеющиеся в проекте, а также потенциальные возможности позволяют ожидать оптимистичные результаты реализации проекта. Основными преимуществами разрабатываемого проекта являются безопасность и надежность системы, широкий круг функциональных возможностей и длительный срок эксплуатации, за счет данных преимуществ можно сделать проектируемую систему более конкурентоспособным образцом, но не стоит игнорировать внешние угрозы и слабые стороны, так как, например, наличие сильных конкурентов весомо уменьшает потенциальный объем прибыли от разработки собственного проекта.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При разработке научно-технического проекта одним из наиболее важных этапов является его технико-экономическое обоснование. Оно позволяет выделить преимущества и недостатки разработки, внедрения и эксплуатации данного программного продукта в разрезе экономической эффективности, социальной значимости и других аспектах.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – научный руководитель (НР) и инженер (И). Руководитель формулирует цель проекта, предъявляемые к нему требования, осуществляет контроль над его практической реализацией для соответствия требованиям и участвует в стадии разработки документации и рабочих чертежей. Исполнитель непосредственно осуществляет разработку проекта.

Одной из целей планирования работ является определение общей продолжительности их проведения. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения определим этапы работ, их исполнителей и распределение нагрузки между исполнителями. На основе этих данных построим таблицу 13.

Таблица 13 – Перечень работ и распределение исполнителей

Этапы работы	Исполнители	Распределение нагрузки
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100 %
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100 % И – 10 %
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	НР – 30 % И – 100 %
Разработка и утверждение календарного плана	НР, И	НР – 100 % И – 10 %
Выбор оборудования	НР, И	НР – 30 % И – 100 %
Разработка структурных и функциональных схем	НР, И	НР – 70 % И – 100 %
Проведение моделирования	И	И – 100 %
Оформление пояснительной записки	И	И – 100 %
Оформление графического материала	И	И – 100 %
Подведение итогов	НР, И	НР – 60 % И – 100 %

3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для определения вероятных значений продолжительности работ $t_{ож}$ воспользуемся формулой (13):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (13)$$

где t_{\min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{\max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни.

Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях (T_{PD}) ведется по формуле (14):

$$T_{PD} = \frac{t_{ож}}{K_{BH}} \cdot K_D, \quad (14)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

K_{BH} – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возьмем $K_{BH} = 1$;

K_D – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, примем $K_D = 1.1$.

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле (15):

$$T_{KD} = T_{PD} \cdot T_K, \quad (15)$$

где T_{KD} – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

T_K – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле (16):

$$T_K = \frac{T_{Kal}}{T_{Kal} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (16)$$

где T_{Kal} – календарные дни ($T_{Kal} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни при шестидневной рабочей неделе ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

Имеем $T_K = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$. Расчеты представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Трудозатраты на выполнение проекта

Этапы	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
					Трд		Ткд	
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач	НР	2	3	2,40	2,64	0,00	3,22	0,00
Составление и утверждение технического задания	НР, И	2	3	2,40	2,64	0,26	3,22	0,39
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	4	5	4,40	1,45	4,84	1,77	7,16
Разработка и утверждение календарного плана	НР, И	3	4	3,40	3,74	0,37	4,56	0,55
Выбор оборудования	НР, И	9	12	10,20	11,22	7,85	13,69	11,62
Разработка структурных и функциональных схем	НР, И	6	10	7,60	6,69	8,36	9,90	10,20
Проведение моделирования	И	8	15	10,80	0,00	11,88	0,00	17,58
Оформление пояснительной записки	И	6	9	7,20	0,00	7,92	0,00	11,72
Оформление графических материалов	И	7	10	8,20	0,00	9,02	0,00	13,35
Подведение итогов	НР, И	4	6	4,80	3,17	5,28	3,86	7,81
Итого:				64,80	31,55	55,78	40,22	80,38

Округлим полученные значения трудоемкостей работ и занесем данные в таблицу 15.

Таблица 15 – Округленные трудозатраты на выполнение проекта

Этапы	Исполнители	Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.	
		Т _{кд}	
		НР	И
1	2	3	4
Постановка целей и задач	НР	4	0
Составление и утверждение технического задания	НР, И	4	1
Подбор и изучение материалов по теме	НР, И	2	8
Разработка и утверждение календарного плана	НР, И	5	1
Выбор оборудования	НР, И	14	12
Разработка структурных и функциональных схем	НР, И	10	11
Проведение моделирования	И	0	18
Оформление пояснительной записки	И	0	12
Оформление графических материалов	И	0	14
Подведение итогов	НР, И	4	8
Итого:		43	85

Таблица 16 – Календарный план-график

Этап	Время, кал.дн.		Продолжительность выполнения работ										
	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4	0	■										
2	4	1	■										
3	2	8		■									
4	5	1			■								
5	14	12			■	■							
6	10	11				■	■						
7	0	18					■	■	■				
8	0	12							■	■			
9	0	14								■	■		
10	4	8										■	■

НР – ■; И – ■

На выполнение работ для выпускной квалификационной работы было затрачено 98 рабочих дня. Был составлен календарный план-график проведения научного исследования, который включал в себя выполнение 10 этапов (видов работ), которые выполнялись в определённой последовательности. На каждом этапе руководитель и студент решали разносторонние задачи. Черными фигурами на диаграмме показано, сколько времени было задействовано научным руководителем на выполнение работ, а серым цветом – время, затраченное студентом (инженером). В процессе проведения работ возникали такие моменты, что для прохождения очередного этапа исследования и сокращения времени на выполнение НИОКР руководитель и студент параллельно решали поставленные перед ними задачи, что показано на графике серо-черными квадратами. Компетентность руководителя, наличие большой научно-технической базы и образованность, целеустремлённость студента (инженера) позволили в назначенный срок выполнить работу и прийти к положительному результату.

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. Затраты на проектирование группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данный элемент включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и при необходимости – доставку.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле (17):

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}, \quad (17)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортно-заготовительные расходы примем 15 % от стоимости материалов.

Величина коэффициента k_T , отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 17.

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед. в руб.	Затраты на материалы
Контроллер Элси-ТМК	шт.	1	350000	350000
Датчик температуры RTD THERMOMETER TR10	шт.	1	4000	4000
Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4	шт.	1	4340	4340
Ультразвуковой расходомер, модель Katflow 150	шт.	1	180000	180000
Манометр МПТИ-У2	шт.	1	2500	2500
Датчик избыточного давления Cerabar M PMP41	шт.	1	39750	39750
Влагомер нефти поточный фирмы Phase Dynamics (модификация L)	шт.	1	450000	450000
Плотномер Solartron 7835	шт.	1	30000	30000
Пробоотборник нефти Отбор-А- Рслив	шт.	2	80000	160000
Блок управления Сократ РЗ	шт.	1	120000	120000
Итого материальных затрат				1340590
Транспортно- заготовительные расходы	%	15		201088,5
Всего				1541678.5

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения SCADA. В таблице 18 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ. Примем процент использования специализированного программного обеспечения равным 20 % от стоимости, так как программное обеспечение будет применяться для работ с другими проектами.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат на специальное оборудование

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед.в руб.	Затраты, руб.
Лицензионное ПО Trace Mode 6	шт.	1	13005	13005
Процент использования ПО	%	20		2601
Итого \sum_{co}				15606

3.3.3 Основная и дополнительная заработные платы исполнителей

В настоящую статью включается основная заработная плата научного и инженерно-технического работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 % оклада. В таблице 19 приведен баланс рабочего времени.

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_o) \cdot k_p, \quad (18)$$

где $З_{mc}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{mc}$);

k_o – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $З_{mc}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

В соответствии с имеющимися данными, месячный оклад ($З_m$) научного руководителя составляет 36000 рублей, исполнителя – 25000 рублей.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{он} = \frac{З_m \cdot M}{F_o}, \quad (19)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_o – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{он} \cdot T_p, \quad (20)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{он}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Полная заработная плата включает в себя основную заработную плату

работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (21)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $Z_{\text{осн}}$).

Расчет заработной платы научного руководителя и исполнителя представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет заработной платы

Исполнитель	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб.	$Z_{\text{зн}}$, руб.
Руководитель	36000	1491,63	32	47732,16	7159,824	54891.984
Инженер	25000	1035,86	56	58008,16	8701.224	66709,384
Итого $Z_{\text{зн}}$						121601,368

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{зн}}, \quad (22)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Расчет отчислений представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Исполнитель	$З_{осн}$, руб.	$З_{доп}$, руб.	$З_{зп}$, руб.	$k_{внеб}$	$З_{внеб}$, руб.
Руководитель	47732,16	7159,824	54891.984	0,302	16577,3792
Инженер	58008,16	8701.224	66709,384	0,302	20146,2339
Итого $З_{внеб}$					36723,6131

3.3.5 Накладные расходы

В статье «Накладные расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях. Их величина определяется по следующей формуле (11):

$$З_{накл} = (З_{м} + З_{со} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб}) \cdot k_{нр}, \quad (23)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов примем равной 16%.

Расчет накладных расходов представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет накладных расходов

$З_{м}$, руб.	$З_{со}$, руб.	$З_{осн}$, руб.	$З_{доп}$, руб.	$З_{внеб}$, руб.	$k_{нр}$	$З_{накл}$, руб.
1541678,5	15606	105740,32	15861,048	36723,6131	0,16	274497,517

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Обозначение	Сумма, руб.
Материальные затраты	Z_m	1541678,5
Затраты на специальное оборудование	Z_{co}	15606
Основная заработная плата	Z_{ocn}	105740,32
Дополнительная заработная плата	$Z_{доп}$	15861,048
Отчисления во внебюджетные фонды	$Z_{внеб}$	36723,6131
Накладные расходы	$Z_{накл}$	274497,517
Итоговый бюджет НТИ		1990106,998

Таким образом, общий бюджет затрат на разработку проекта составляет 1990106,998 руб.

3.4 Оценка экономической эффективности проекта

Провести оценку экономической эффективности проекта в данный момент не представляется возможным, так как нет точных данных по внедрению материалов работы. Однако, практическая значимость данного проекта заключается в применении материалов работы компаниями, ориентированными на нефтегазовый сектор.

Внедрение проектного решения позволит добиться экономического эффекта благодаря сокращению затрат на эксплуатацию оборудования, а также повысить надежность и безопасность производства, что положительно скажется на экономической составляющей создаваемого проекта.

4 Социальная ответственность

4.1 Введение к разделу

Одной из важнейших задач по сохранению производительности труда и экономической эффективности производства является организация и улучшение условий труда на рабочем месте. Необходимые показатели в этой области достигаются соблюдением законодательных актов и соответствующих им мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

С ходом прогресса возрастает частота применения средств вычислительной техники и периферийного оборудования работниками умственного труда. При работе с ЭВМ человек подвергается различным воздействиям вредных производственных факторов, таких как шум и вибрации, также идет большая нагрузка на зрение и на костно-мышечную систему.

В ВКР рассматривается система автоматизации блока измерения показателей качества нефти установки «СИКН». Ролью обслуживающего персонала является наблюдение за работой оборудования, настройкой аппаратуры, слежение непосредственно за технологическим процессом.

Областью применения данной системы является нефтегазовая отрасль, а именно сфера измерения и анализа количества и показателей качества нефти. Данная установка является лабораторным образцом, но подобные системы непосредственно могут быть и уже используются рядом промышленных нефтегазовых предприятий. Как известно, отрасль, связанная с нефтью и газом, в наши дни имеет тенденцию на распространение и повышение популярности, поэтому можно считать, что выбранная в данной работе является актуальной по современным меркам.

В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочему месту и рабочей зоне. Проанализированы опасные и вредные факторы труда, разработан комплекс мероприятий, снижающий

негативное воздействие проектируемой деятельности на работников, общество и окружающую среду.

4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В трудовом кодексе РФ содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее.

Работа оператора относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки. Продолжительность рабочего дня работников не должна превышать 40 часов в неделю. Возможно, сокращение рабочего времени. Для работников, возраст которых меньше 16 лет – не более 24 часа в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы [16].

В соответствии с ГОСТ 22269-76 «Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.» взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать возможность осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования. При этом должны учитываться ограничения, налагаемые спецодеждой и снаряжением человека-оператора.

Взаимное расположение элементов рабочего места должно обеспечивать необходимые зрительные и звуковые связи между оператором и оборудованием, а также между операторами. Также взаимное расположение элементов рабочего места должно способствовать оптимальному режиму труда и отдыха, снижению утомления оператора, предупреждению появления ошибочных действий.

Не менее важную роль играют требования к размещению средств отображения информации, так, например, средства отображения информации необходимо группировать и располагать группы относительно друг друга в соответствии с последовательностью их использования или с функциональными связями элементов систем, которые они представляют. При этом средства отображения информации необходимо размещать в пределах групп так, чтобы последовательность их использования осуществлялась слева направо или сверху вниз [17].

Также в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.» рабочее место для выполнения работ сидя организуют при легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего, а также при работе средней тяжести в случаях, обусловленных особенностями технологического процесса.

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда [18].

4.3 Производственная безопасность

4.3.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Эксплуатация системы измерения количества и показателей качества нефти в режиме «по месту» осуществляется операторами непосредственно в пределах самой установки, что приводит к возникновению вероятности быть подверженным опасным и вредным факторам. При выполнении работ такого рода, согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», на работника могут действовать следующие факторы, представленные в таблице 24 [19].

Таблица 24 – Возможные опасные и вредные производственные факторы

Факторы	Эксплуатация	Нормативные документы
1. Повышенный уровень шума	+	ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" [20].
2. Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	+	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[21].
3. Отклонение показателей микроклимата	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [22].
4. Поражение электрическим током	+	ГОСТ 12.1.019-2017 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" [8] ГОСТ 12.1.030-81 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление" [23].

4.3.1.1 Повышенный уровень шума

Основными источниками шума непосредственно на установке «СИКН» являются непосредственно сам агрегат с блоками насосов, фильтров и измерения показателей качества нефти, система пожарной сигнализации, система вентиляции и другое. На рабочем месте оператора ЭВМ можно выделить сами вычислительные машины (встроенные в стойки ЭВМ вентиляторы, принтеры), центральная система вентиляции и кондиционирования воздуха и другое оборудование.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий производственных помещений, является ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" [20].

Таблица 25 – Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука

Рабочие места	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц)							Эквивалентные уровни звука
	25	50	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин	64	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, рабочие комнаты	70	68	63	55	52	50	49	60

Защита от шума должна обеспечиваться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты, в том числе строительно-акустических, применением средств индивидуальной защиты.

В первую очередь следует использовать средства коллективной защиты. По отношению к источнику возбуждения шума коллективные средства защиты подразделяются на средства, снижающие шум в источнике его возникновения, и средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта.

Средства индивидуальной защиты применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Они включают в себя противושумные вкладыши (беруши), наушники, специальные костюмы.

4.3.1.2 Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения

Недостаточное освещение рабочего места и помещения является вредным фактором для здоровья человека, вызывающим ухудшение зрения. Неправильная эксплуатация, так же, как и ошибки, допущенные при проектировании и устройстве осветительных установок, могут привести к пожару, несчастным случаям. При таком освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых ошибок.

Установка «СИКН» имеет искусственное освещение. Преимущество отдается светодиодным лампам, обеспечивающим общую освещенность, корректировка освещенности осуществляется локальным освещением.

В помещении операторной в качестве искусственного освещения используются светильники с люминесцентными лампами. Нормы освещенности приведены в СП 52.13330.2016, освещенность рабочего места оператора ТУ должна составлять (300 – 500) Лк при общем освещении [21].

Коэффициент пульсации освещения — параметр, который отражает силу изменения светового потока, направляемого на единицу поверхности в определенный временной промежуток.

Стоит учесть, что существующими санитарными правилами установлен верхний лимит на параметр коэффициента пульсации. В месте организации рабочего места он не должен быть выше 20 %. При этом, чем более ответственный вид деятельности у работника, тем ниже должен быть этот параметр.

Для офисных помещений и административных зданий, где подразумевается напряженный зрительный труд, коэффициент пульсации не должен быть больше 5 %.

При этом опасность света как раз и заключается в том, что его нельзя распознать, но результатом действия может стать расстройство сна, слабость, депрессия, сбои в работе сердца, дискомфорт и так далее.

В зимний период вследствие укороченного светового дня и недостаточного естественного освещения необходимо использовать искусственное освещение.

Освещенность рабочего места в норму достигается периодическим мытьем окон, подстриганием веток деревьев.

4.3.1.3 Отклонение параметров микроклимата

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма [22].

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

В помещениях должны обеспечиваться допустимые параметры микроклимата (таблица ...).

Таблица 26 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
Холодный	1а	20,0-21,9	15-75	0,1
	1б	19,0-20,9		0,1
Теплый	1а	21,0-22,9	15-75	0,1
	1б	20,0-21,9		0,1

При работе оператора в производственных помещениях выделяют две категории работ, разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт): 1а — работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительными физическим напряжением (интенсивность энергозатрат до 120 Ккал/час); 1б — работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и

сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (интенсивность энергозатрат от 121 до 150 Ккал/час).

4.1.3.4 Поражение электрическим током

При эксплуатации электрооборудования возможно поражение работающего персонала электрическим током. К источникам опасности поражения электрическим током на рабочем месте можно отнести: ЭВМ оператора, осветительные приборы и электроинструменты, местный щит управления. Установка СИКН относится к категории помещения с повышенной опасностью. Помещения с повышенной опасностью: сухие, не жаркие, с токонепроводящим полом, без токопроводящей пыли, а также помещения с небольшим количеством металлических предметов, конструкций, машин и т.п. или с коэффициентом заполнения площади $k < 0,2$ (т.е. отношением площади, занятой металлическими предметами, к площади всего помещения).

Причины поражения электрическим током:

- случайное прикосновение к частям, находящимся под напряжением (оголенным проводам, контактам электроаппаратуры, шинам);
- неожиданное возникновение напряжения там, где в нормальных условиях его быть не должно;
- появление напряжения на отключенных частях электрооборудования (по причине ошибочного включения, наведения напряжения соседними установками);
- возникновение напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода с землей, неисправности заземляющих устройств.

Для обеспечения защиты от прямого прикосновения в соответствии с ГОСТ 12.1.019-2017 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому

регулированию и метрологии от 7 ноября 2018 г. N 941-ст) необходимо применять следующие технические способы и средства (основная защита):

- основная изоляция;
- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры;
- безопасное расположение токоведущих частей, размещение их вне зоны досягаемости частями тела, конечностями;
- ограничение напряжения, применение сверхнизкого (малого) напряжения;
- выравнивание потенциалов;
- защитное отключение;
- ограничение установившегося тока прикосновения и электрического заряда;
- электрическое разделение;
- предупредительная световая, звуковая сигнализации, блокировки безопасности, знаки безопасности;
- электрозащитные средства и другие средства индивидуальной защиты [23].

Электробезопасность должна обеспечиваться техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями, а именно изоляцией, заземлением, занулением, ограждениями [24].

4.4 Экологическая безопасность

Атмосфера. Источником загрязнения могут являться выбросы газа, содержащегося в нефтегазовой смеси. Для контроля загазованности на территории производственного помещения предусмотрена установка газоанализатора. Производственное помещение также должно быть оборудовано системой вентиляции.

Должны соблюдаться требования нормативных актов, регулирующих отношения в области охраны атмосферного воздуха.

Гидросфера. Нефтяная смесь может служить серьезным источником загрязнения гидросферы, не исключена вероятность утечек нефти на территории производственного помещения и за его пределами.

Должны соблюдаться требования нормативных актов, регулирующих отношения в области охраны водных ресурсов.

Для обеспечения безопасного пользования гидросферой необходимо использовать отдельную автономную систему канализации.

Литосфера. Нередко в нефтегазовой промышленности происходит захоронение отходов и переработанных смесей, именно данное явление является основным источником загрязнения литосферы.

При этом должны соблюдаться требования нормативных актов, регулирующих отношения в области охраны земельных ресурсов и недр в соответствии с законами.

При эксплуатации системы измерения количества и показателей качества нефти должна быть предусмотрена охрана земель от загрязнения.

Для территории промышленной площадки установки должен быть организован контроль режима температуры и химического загрязнения близлежащих к поверхности горизонтов грунтовых вод.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На площадках нефтегазового промысла прогнозируются следующие чрезвычайные ситуации: отключение электроэнергии, взрыв газовой смеси или пожар в технологических установках и помещениях. Наиболее опасной для производства и жизни людей чрезвычайной ситуацией является взрыв, а наиболее частой ситуацией является пожар.

Поскольку технологические установки и помещения нефтегазового комплекса относятся к категории взрывоопасных, то предусмотрена автоматическая защита при повышенной загазованности и при пожаре.

Выбранный современный комплекс технических средств обеспечивает надежность срабатывания защит, а также безопасность производства.

Пожар представляет особую опасность, так как он грозит уничтожением аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних помещениях, а также может представлять серьезную угрозу жизни и здоровью персонала [25].

Источниками возгорания на территории промышленного помещения могут быть электронные схемы от электрооборудования, электродвигатели, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Для данной площадки установлена категория пожарной опасности В – пожароопасные. В случае обнаружения пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.д.) следует немедленно сообщить об этом в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию) [26].

Оценивая свои возможности приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения, в случае явной угрозы причинения вреда жизни и здоровью прекратить самостоятельное тушение пожара и покинуть опасную зону.

Соблюдая спокойствие определить в какой части здания возник пожар и проводить эвакуацию по наиболее безопасному маршруту. Принять меры по организации эвакуации сотрудников и эвакуации материальных ценностей.

По завершении эвакуации проверить наличие сотрудников, удостовериться, что здание покинули все работники. Организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара.

По прибытии пожарного подразделения по возможности проинформировать руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количестве и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ и материалов.

4.6 Выводы по разделу

Как стало ясно по данному разделу, обеспечение безопасности на производстве является очень сложным и ответственным процессом, особенно это касается предприятий нефтегазовой отрасли, которая отличается своими повышенными рисками возникновения чрезвычайных ситуаций, а также имеет немалый спектр возможных вредных и опасных факторов, которые могут нанести вред жизни и здоровью рабочего персонала.

Продуманная система безопасности и правильное выполнение трудовых обязанностей позволяет свести к минимуму большинство рисков для человека, а также повысить эффективность рабочего процесса, нормативные документы являются единственными достоверными источниками информации, которые должны соблюдаться без исключений.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было выполнено проектирование автоматизированной системы управления блоком измерения показателей качества лабораторной установки «СИКН».

В ходе работы были разработаны схемы, такие как функциональные схемы автоматизации (ГОСТ, ANSI), структурная схема, схема информационных потоков, схема соединения внешних проводок.

Была проведена разработка алгоритмического обеспечения технологического процесса. Были разработаны алгоритм сбора данных, а также алгоритм управления технологическим параметром расхода нефти, основанном на ПИД-регулировании.

Разработаны экранные формы, предназначенные для осуществления управления оператором с его АРМ технологическим процессом.

Спроектированная АСУ ТП удовлетворяет всем текущим требованиям к системе автоматизации, а также имеет перспективу к модернизации для дальнейшего процесса усовершенствования. Данная система позволяет значительно сократить затраты на обучение персонала управлению технологическим процессом, т.к. экранные формы SCADA-системы содержат в себе большой объем информации, которую нетрудно анализировать и генерировать управляющие воздействия, что значительно увеличивает эффективность технологического процесса.

Данная выпускная квалификационная работа является базой для продолжения выполнения работ по лабораторной установке «СИКН» на этапе обучения в магистратуре и дальнейшего написания диссертации. Планируется запуск данной установки, а также создание курса лабораторных работ для студентов для более продуктивного процесса обучения с внедрением непосредственно практических задач на реальной установке.

Список публикаций студента

1. Н.А. Горбун, А.А. Сидорова. Исследование процессов слияния капель водонефтяной эмульсии под действием электрического поля // Молодежь и современные информационные технологии (МСИТ), 2020 (215).

Список использованных источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009. – 156 с.
2. ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированные системы управления. Общие требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200008639>. (Дата обращения: 23.05.2021).
3. ГОСТ 8009-84. «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200004505>. (Дата обращения: 23.05.2021).
4. ГОСТ 34602-89. «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200006924>. (Дата обращения: 23.05.2021).
5. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 «Контроллеры программируемые. Языки программирования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200135008>. (Дата обращения: 23.05.2021).
6. ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (с Поправками)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200108005>. (Дата обращения: 23.05.2021).
7. РД 39-0137095-001-86 «Автоматизация и телемеханизация нефтегазодобывающих производств. Объекты и объемы автоматизации. Основные положения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200069569>. (Дата обращения: 23.05.2021).
8. Каталог продукции фирмы «Katronic». Датчики расхода [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.katronic.com/ru/products/ultrasonic-flow-measurement/>. (Дата обращения: 23.05.2021).

9. Каталог продукции фирмы «Endress+Hauser». Датчики температуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ru.endress.com/ru/Tailor-made-field-instrumentation/Temperature-measurement-thermometers-transmitters/TR10>. (Дата обращения: 23.05.2021).

10. Каталог продукции фирмы «Endress+Hauser». Датчики давления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.casc.endress.com/ru/Tailor-made-field-instrumentation/PMP41>. (Дата обращения: 23.05.2021).

11. Каталог продукции фирмы «Phase Dynamics». Влагомеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://phasedynamics.nt-rt.ru/images/manuals/vlagomer_rnase_dynamics_rukovodstvo_po_ekspluatacii.pdf (Дата обращения: 23.05.2021).

12. Каталог продукции фирмы «Solartron». Плотномеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://solartron.nt-rt.ru/images/manuals/SLT_7835,45,47_7826,28-TO.pdf. (Дата обращения: 23.05.2021).

13. Каталог продукции фирмы «ЭлеСи». Контроллеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elesy.ru/products/products/plc.aspx>. (Дата обращения: 23.05.2021).

14. Каталог продукции фирмы ООО НПО «Сибирский машиностроитель». Электропривод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nposibmach.ru/wp-content/uploads/2017/01/RE-blok-upravleniya-E32-SOKRAT-R3_N3-TOMPRIN_GUSAR.pdf. (Дата обращения: 23.05.2021).

15. Кабель КВВГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://k-pps.ru/spravochnik/kabeli-kontrolnyie/s-pvx-izolyacziej-\(0,66kv\)/kvvg/](https://k-pps.ru/spravochnik/kabeli-kontrolnyie/s-pvx-izolyacziej-(0,66kv)/kvvg/). (Дата обращения: 23.05.2021).

16. Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ

(ред. от 30.04.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901807664>. (Дата обращения: 23.05.2021).

17. ГОСТ 22269-76 «Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200012834>. (Дата обращения: 23.05.2021).

18. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200272>. (Дата обращения: 23.05.2021).

19. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>. (Дата обращения: 23.05.2021).

20. ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606>. (Дата обращения: 23.05.2021).

21. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054197>. (Дата обращения: 23.05.2021).

22. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>. (Дата обращения: 23.05.2021).

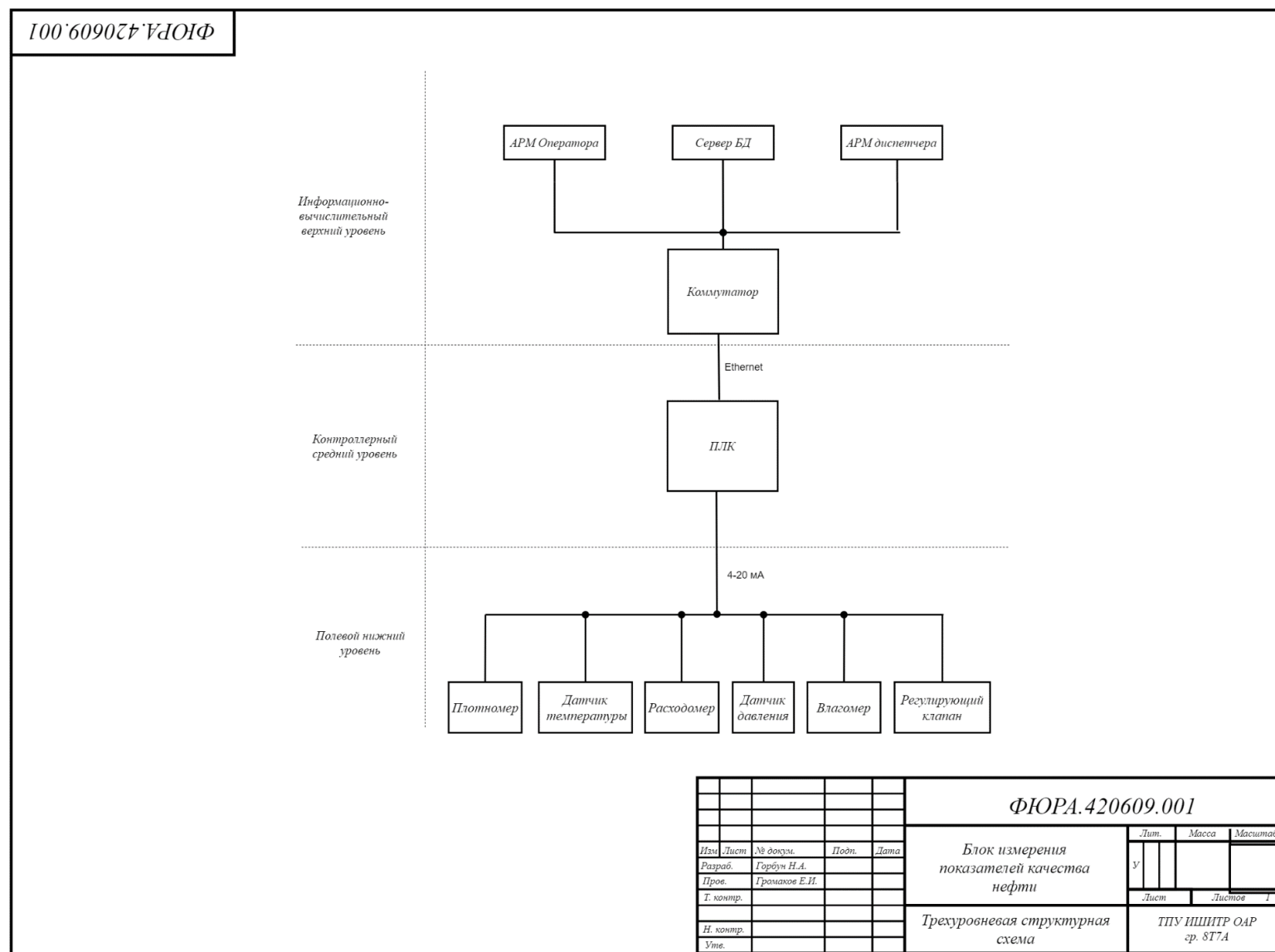
23. ГОСТ 12.1.019-2017 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238>. (Дата обращения: 23.05.2021).

24. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/5200289>. (Дата обращения: 23.05.2021).

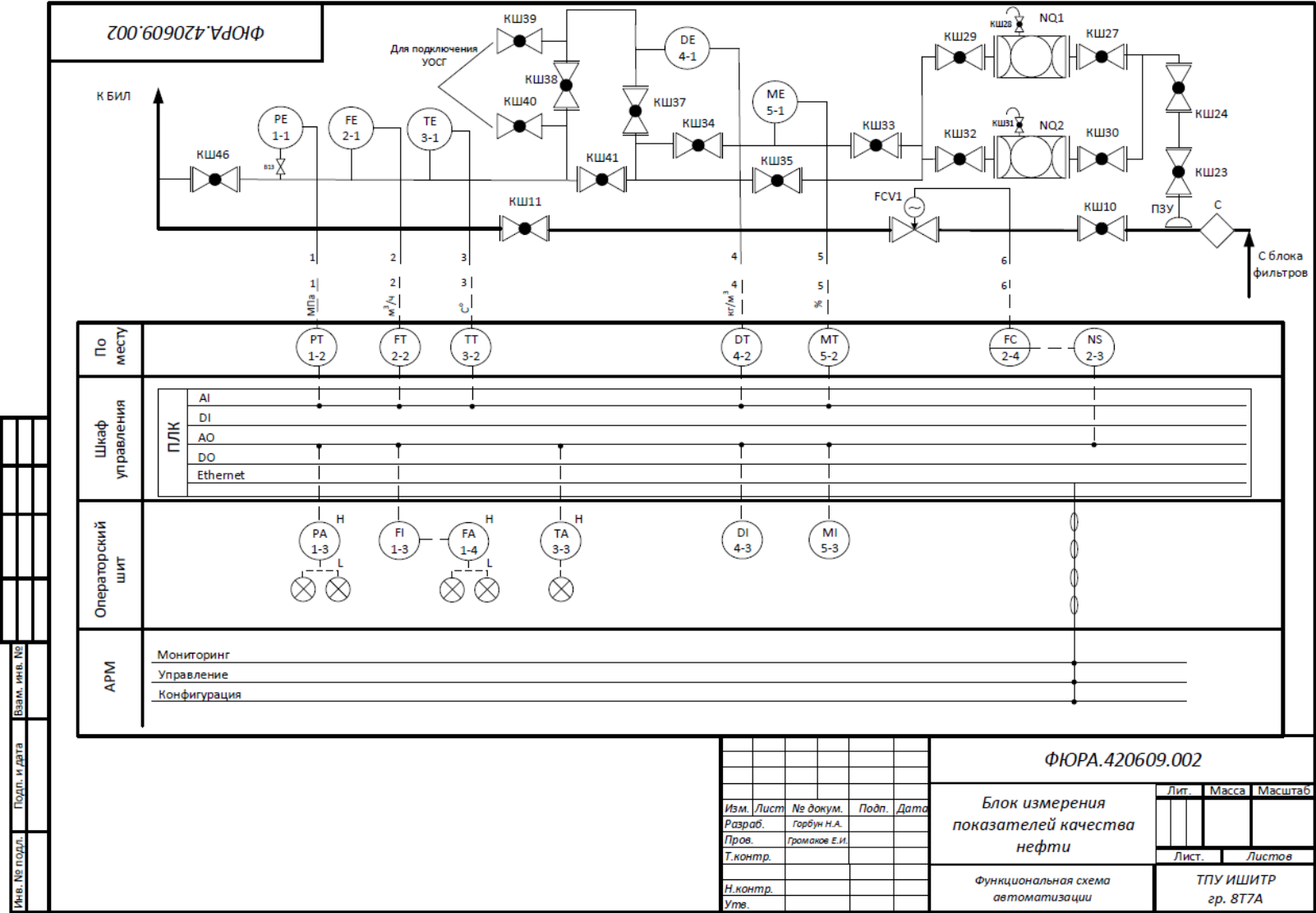
25. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/9051953>. (Дата обращения: 23.05.2021).

26. НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200032102>. (Дата обращения: 23.05.2021).

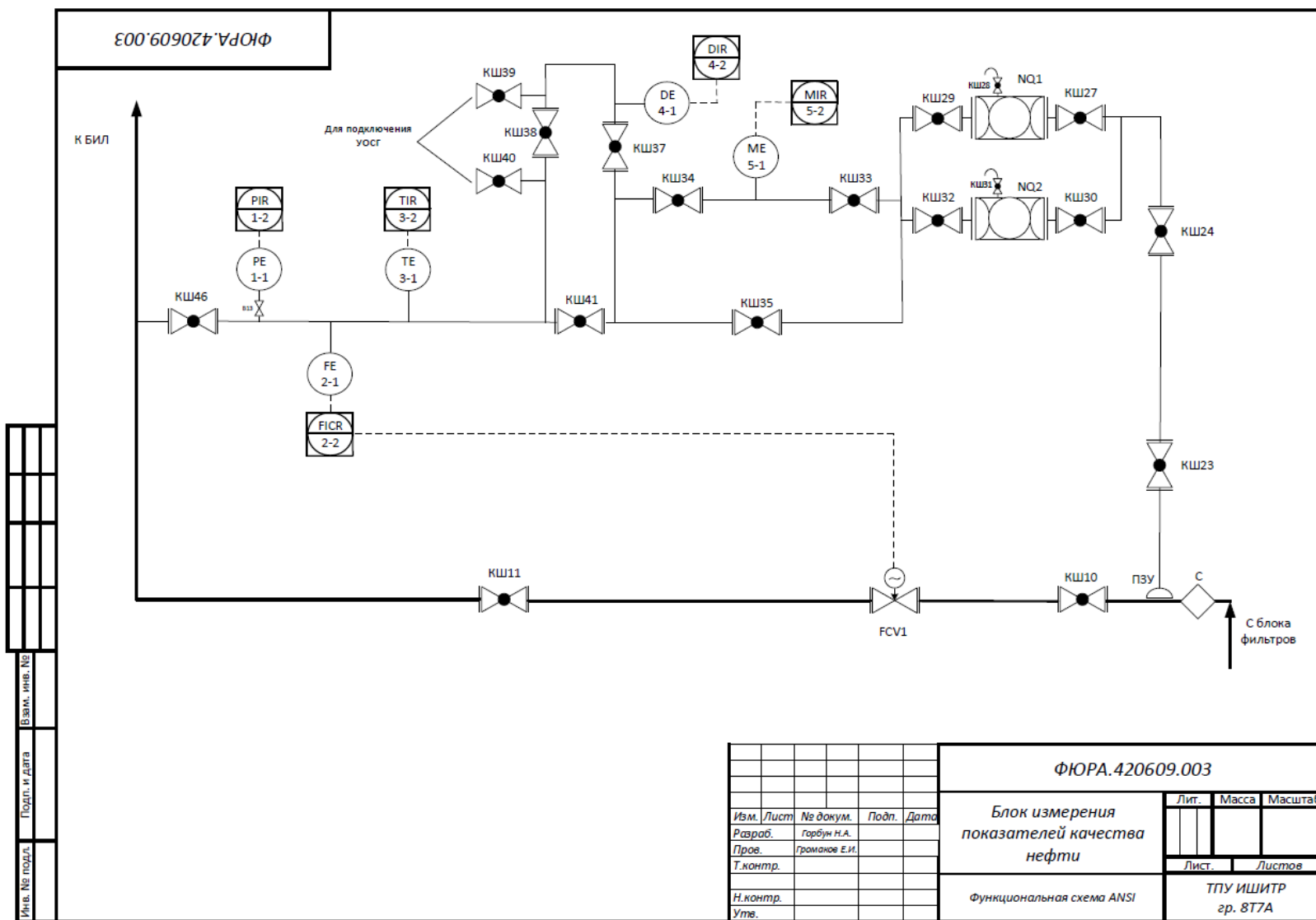
Приложение А (обязательное) – Структурная схема



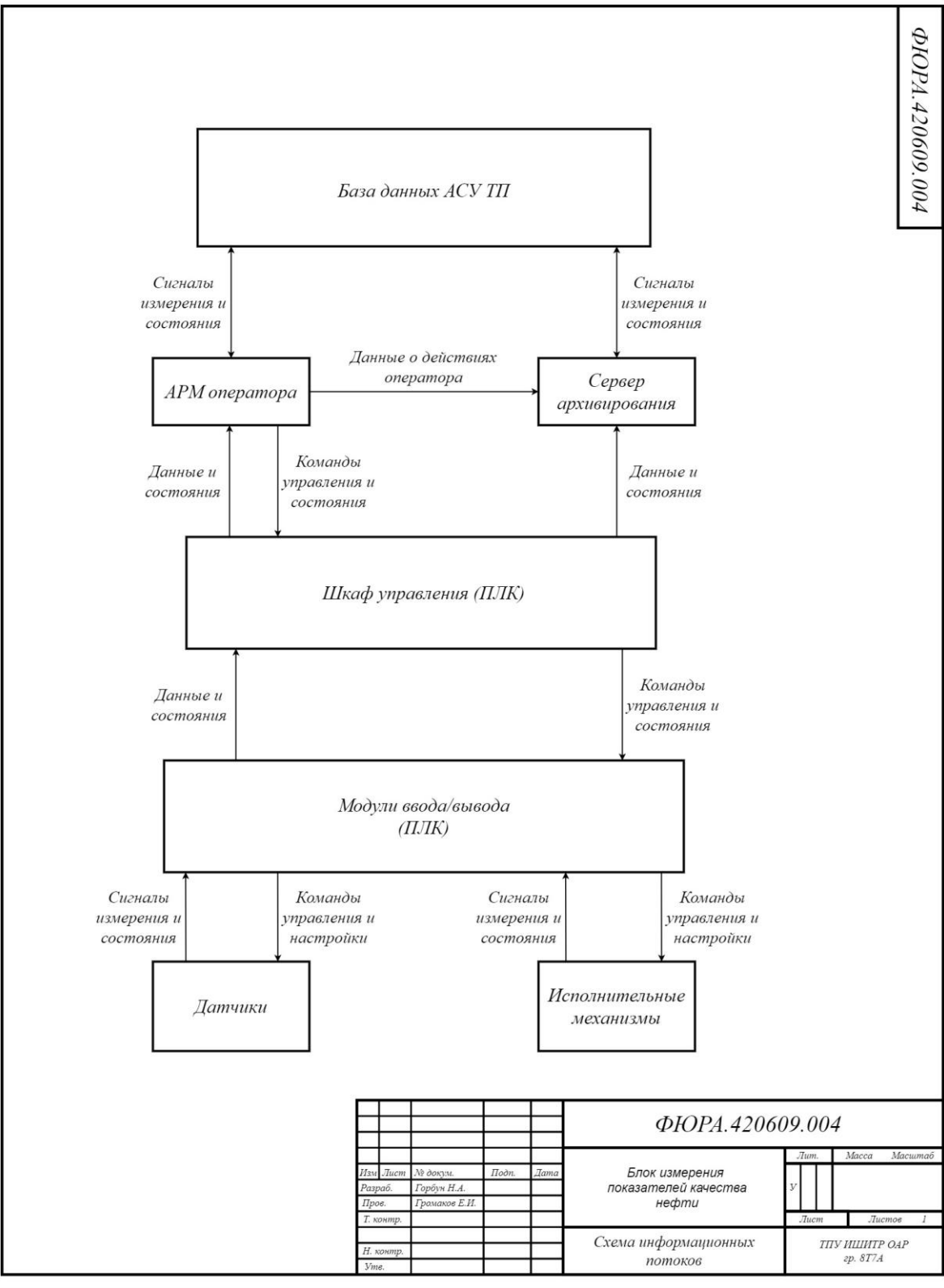
Приложение Б (обязательное) – Функциональная схема автоматизации (ГОСТ)



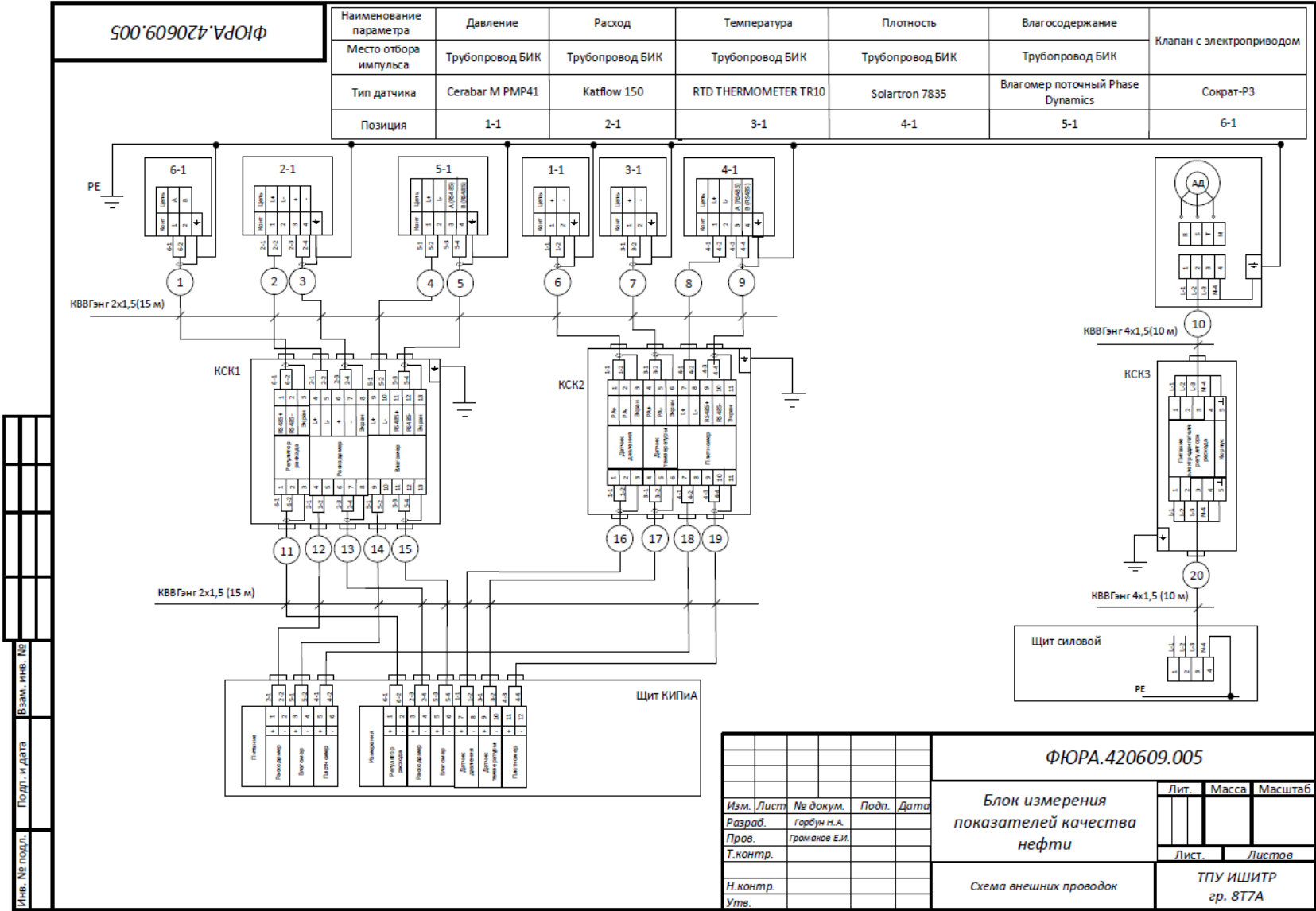
Приложение В (обязательное) – Функциональная схема автоматизации (ANSI)



Приложение Г (обязательное) – Схема информационных потоков

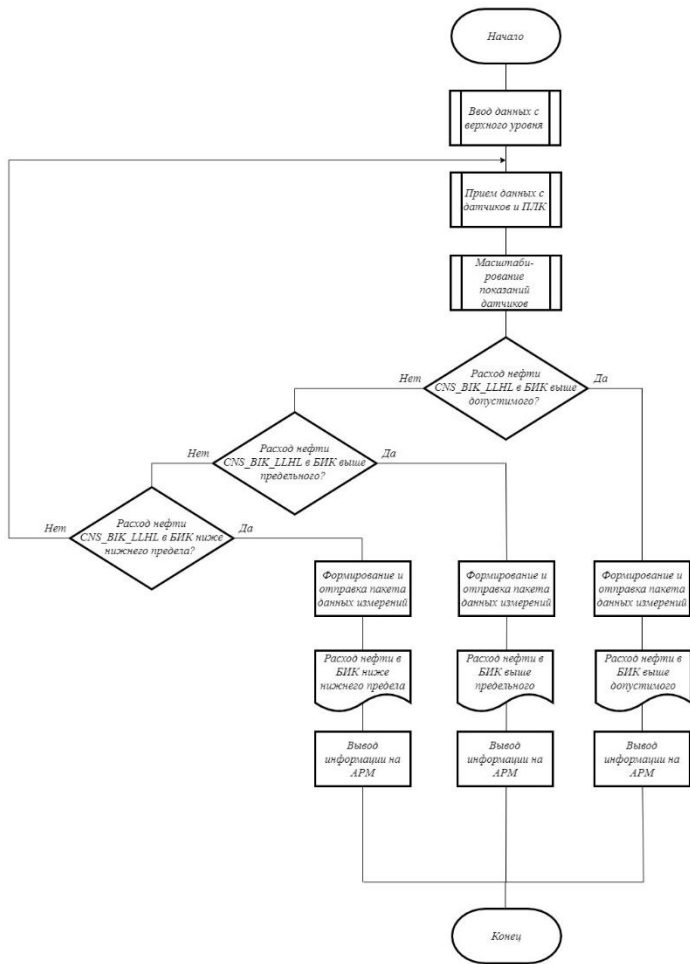


Приложение Д (обязательное) – Схема внешних проводок



Приложение Е (обязательное) – Алгоритм сбора данных

ФЮРА.420609.006



						ФЮРА.420609.006			
						Блок измерения показателей качества нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.		Горбун Н.А.							
Проев.		Грамаков Е.И.				Алгоритм сбора данных			
Т. контр.									
Н. контр.									
Утв.						ТПУ ИШИТР ОАР гр. 877А			

Приложение Ж (обязательное) – Листинг программы работы клапана на языке ST

```
(*Открытие клапана*)
IF (Open OR APV) AND NOT Opened AND Dist_Mode AND NOT No_Voltage
THEN
  IF Closing THEN
    Closing:=FALSE;
    Opening:=TRUE;
    Term_Close:=FALSE;
    Closed:=FALSE;
    DELAY_OPEN(IN:=Opening ,PT:= T#10s);
    Term_Open:=DELAY_OPEN.Q;
  END_IF;
  Opening:=TRUE;
  Term_Close:=FALSE;
  Closed:=FALSE;
  Closing:=FALSE;
  DELAY_OPEN(IN:=Opening ,PT:= T#10s);
  Term_Open:=DELAY_OPEN.Q;
END_IF;
IF Term_Open THEN
  Opened:=TRUE;
  Opening:=FALSE;
  Open:=FALSE;
  Term_Open:=FALSE;
END_IF;

(*Закрытие клапана*)
IF (Close OR APV) AND NOT Closed AND Dist_Mode AND NOT No_Voltage
THEN
  IF Opening THEN
    Opening:=FALSE;
    Closing:=TRUE;
    Term_Open:=FALSE;
    Opened:=FALSE;
    DELAY_CLOSE(IN:=Closing ,PT:= T#5s);
    Term_Close:=DELAY_CLOSE.Q;
  END_IF;
  Closing:=TRUE;
  Term_Open:=FALSE;
  Opened:=FALSE;
  Opening:=FALSE;
  DELAY_CLOSE(IN:=Closing ,PT:= T#5s);
  Term_Close:=DELAY_CLOSE.Q;
END_IF;
IF Term_Close THEN
  Closed:=TRUE;
  Closing:=FALSE;
  Close:=FALSE;
```

```
        Term_Close:=FALSE;  
    END_IF;  
  
    (*Стоп клапана*)  
    IF Stop THEN  
        Opening:=FALSE;  
        Closing:=FALSE;  
        DELAY_OPEN(IN:=Opening ,PT:= T#10s);  
        DELAY_CLOSE(IN:=Closing ,PT:= T#10s);  
    END_IF;
```


Приложение К (обязательное) – Мнемосхема

